Les
PUBLICATIONS
DU QUÉBEC

LES MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE ET LES ROBOTS

INCIDENCE SUR L'EMPLOI ET LE TRAVAIL

Québec

Le contenu de cette publication
a été rédigé et édité
par le ministère
de la Main-d'oeuvre
et de la Sécurité du revenu

Cette publication a été produite par
Les Publications du Québec
1279, boulevard Charest Ouest
Québec, Québec
G1N 4K7

Dépôt légal — 4e trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-551-08303-9
© Gouvernement du Québec

LES MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE ET LES ROBOTS

INCIDENCE SUR L'EMPLOI ET LE TRAVAIL

Avant-propos

La conjoncture des dernières années, qui a fait de l'emploi un problème prioritaire et des conditions de travail un objet de préoccupation important, a semé beaucoup d'inquiétude quant à la venue des nouvelles technologies. Ce questionnement a touché tous les groupes de la société; aussi, les pouvoirs publics, les employeurs et les syndicats ont-ils conjugué leurs efforts pour analyser la situation et susciter, dans le cadre des travaux de la Conférence sur l'électronique et l'informatique (1985), des actions et des consensus permettant de planifier les mutations.

Dans la foulée de ces interrogations, la Direction de la recherche du ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu (MMSR) et le Centre de recherche et de statistiques sur le marché du travail du ministère du Travail (MTQ) ont poursuivi, depuis 1982, leur engagement dans des études d'impact des technologies de pointe sur l'emploi et les conditions de travail. L'étude qui vous est présentée est la deuxième d'une série de trois[1] qui s'inscrivent dans le courant des études par technologie parallèlement aux études sectorielles dont la Direction de la recherche du MSSR a, en outre, été l'instigatrice avec d'autres partenaires.

Il s'agit, cette fois, d'une recherche portant sur les effets de deux technologies, celles des machines-outils à commande numérique et des robots, en regard de l'emploi et des conditions de travail. Cette analyse est le fruit d'un travail d'observation dans treize entreprises québécoises qui ont fait l'objet d'études de cas approfondies. Réalisée par un économiste du MMSR et une sociologue du MTQ, l'étude permet de cerner non seulement les effets quantitatifs mais aussi qualitatifs de ces technologies.

La démarche des auteurs, qui consiste à évaluer les effets des technologies à la fois sur l'emploi et le travail, a comme fondement le fait que les interventions dans le domaine doivent rechercher aussi bien le progrès technologique, économique que social de l'entreprise. Les résultats de cette recherche démontrent bien qu'il n'existe pas de déterminisme technologique et que les impacts des nouvelles technologies sur l'emploi et le travail sont liés aux modalités d'implantation et à l'organisation du travail privilégiées par les entreprises. Cette étude réaffirme la nécessité pour le dirigeant d'entreprise de bien préparer la venue des changements technologiques, dans le but non seulement de réviser le processus opérationnel, mais aussi d'assurer la planification des ressources humaines, condition essentielle au succès technologique.

C'est d'abord aux gestionnaires et aux travailleurs engagés dans le processus d'implantation des nouvelles technologies que les chercheurs destinent leurs travaux en espérant que cet effort d'analyse sera utile dans l'élaboration de leurs projets d'automatisation. Les responsables gouvernementaux y trouveront également des informations pertinentes sur les questions relatives à la formation, au recyclage et à l'adaptation de la main-d'œuvre, des données sur les conditions générales de travail, de même que des projections sur le développement de ces technologies.

1. La première étude portait sur *L'incidence de la machine à traitement de textes sur l'emploi et le travail*, ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu et ministère du Travail, 1984.
La troisième étude portera sur *La conception assistée par ordinateur: incidence sur l'emploi et le travail*.

L'étude enrichit certes la compréhension des innovations technologiques et de leur impact sur l'emploi et le travail. Elle permet aussi d'éclairer les discussions des intervenants et contribuera sans doute à nuancer leurs prises de position à l'égard du phénomène.

Louis Lemieux
Directeur par intérim
Centre de recherche et de statistiques sur le marché du Travail
Ministère du Travail

Monique Frappier
Directrice de la recherche
Ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu

Équipe de réalisation

Le présent rapport est le résultat d'un travail collectif qui a été dirigé par Gabriel Laroche, économiste à la Direction de la recherche du ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu, et par Carmelle Benoît, sociologue au Centre de recherche et de statistiques sur le marché du travail du ministère du Travail.

L'étude comprend trois parties. Le premier volet fait le point sur l'impact des machines-outils à commande numérique sur l'emploi et les ressources humaines et reflète les préoccupations prioritaires du ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu dans ce domaine. Le deuxième volet, qui correspond davantage à la mission du ministère du Travail, présente les effets de cette innovation technologique sur les conditions de travail des travailleurs. Le troisième volet, qui a pour base un matériel moins abondant que les deux précédents, rassemble dans une même partie l'impact des robots sur l'emploi, les ressources humaines et les conditions de travail. La même répartition des tâches entre les auteurs continue de prévaloir cependant.

Si cette répartition des tâches a nécessité, en raison des intérêts particuliers de chacun des deux ministères, la spécialisation des auteurs à l'étape de l'analyse, il faut noter que la planification du projet, la conception des questionnaires, le choix des entreprises et la conduite des entrevues ont été le résultat d'un travail commun et d'une collaboration étroite entre les deux responsables du projet.

Nous remercions toutes les personnes qui, par leur accueil, leurs conseils ou leur soutien, nous ont permis de mener à bien ce projet.

Nous voulons ici exprimer plus particulièrement notre gratitude aux entreprises qui, en nous ouvrant leurs portes, nous ont aidés à réaliser ce travail. Nous témoignons ici de la grande disponibilité des gestionnaires que nous avons rencontrés.

Nous tenons à remercier spécialement les chefs de service, Alfred Cossette et Louise Côté-Desbiolles, pour leur collaboration active dans la supervision générale du projet. Leur intérêt soutenu et leurs précieux conseils ont contribué grandement à la réalisation de cette étude.

Nous sommes reconnaissants à Gaston Beaulieu du Centre québécois pour l'informatisation de la production (CQIP) et à Pierre-Yvon Ouellet de la Centrale des syndicats démocratiques (CSD) qui, lors des rencontres du comité de lecture, nous ont fait bénéficier de leurs remarques judicieuses et pertinentes.

Nous tenons à signaler le concours apprécié des responsables des centres de documentation, Daniel Laflamme et Sylvana Vendrame, ainsi que celui de Lisette Desrosiers et Céline Fleury.

Enfin, nous voulons souligner le travail remarquable de traitement de textes effectué par Denise Desjardins et Thérèse Lépine, auxquelles nous témoignons notre gratitude.

Table des matières

Liste des tableaux xiii
Sommaire xv

PREMIÈRE PARTIE
L'impact de la machine-outil à commande numérique sur l'emploi et les ressources humaines

INTRODUCTION 3

CHAPITRE PREMIER
Les machines à commande numérique: état de la situation au Québec 5

1.1 Les machines à commande numérique et l'évolution des modes de contrôle ... 5
1.2 La situation dans l'industrie du Québec 6

CHAPITRE 2
Méthodologie de l'étude 9

2.1 Choix des études de cas 9
2.2 Le questionnaire 9

CHAPITRE 3
Caractéristiques des entreprises choisies et de leurs équipements 11

3.1 Les équipements 12
3.2 La provenance des équipements 13
3.3 Le coût des équipements 14

CHAPITRE 4
Motifs et politiques d'acquisition des équipements, avantages et inconvénients expérimentés 15

4.1 La participation des employés lors de l'acquisition d'équipements 15
4.2 Avantages et inconvénients expérimentés 16

CHAPITRE 5
Impact des MOCN et des CU sur l'emploi global 17

5.1 Possibilités intrinsèques des MOCN et des CU 17
5.2 Effets nets expérimentés par les entreprises dans les emplois reliés aux ateliers des machines-outils 18
5.3 Impact des MOCN sur l'emploi total de l'atelier 20
5.4 Impact sur la structure de l'emploi 21

CHAPITRE 6
Mécanismes par lesquels se fait l'ajustement de l'emploi et de la main-d'oeuvre 23

CHAPITRE 7
Impact des MOCN et des CU sur les professions 25

7.1 Le fonctionnement de la machine 25
7.2 La programmation des machines à commande numérique 26
7.3 L'entretien des MOCN 26

CHAPITRE 8
Évolution prévisible de la situation des MOCN et de ses effets sur l'emploi pour les dix prochaines années 29

CONCLUSION 33

DEUXIÈME PARTIE
L'impact de la machine-outil à commande numérique sur l'organisation du travail et les conditions de travail

INTRODUCTION 37

CHAPITRE PREMIER
Cadre méthodologique et portrait de l'échantillon 39

1.1 Méthode de collecte des données 39
1.2 Type de questionnaires et d'échantillons 40
1.3 Portrait de l'échantillon 40

CHAPITRE 2
Conditions d'implantation de la nouvelle technologie 43

2.1 Politiques de la direction à l'égard des travailleurs 43
2.2 Réactions des travailleurs face à l'introduction des MOCN 44

CHAPITRE 3
Organisation du travail dans les ateliers 47

3.1 Programmation et essai des programmes 47
3.2 Préparation du travail et des outils 47
3.3 Surveillance et contrôle des usinages 48
3.4 Entretien 48

CHAPITRE 4
Contenu et charge mentale du travail 51

4.1 Variété des activités 52
4.2 Emploi des capacités de jugement 53
4.3 Niveau d'attention, de concentration et de précision 53
4.4 Autonomie au travail 55
4.5 Contraintes de production et de temps 57
4.6 Effets de la charge mentale du travail sur la fatigue physique et la tension nerveuse 59

CHAPITRE 5
Les salaires 61

CHAPITRE 6
Intérêt et satisfaction au travail 63

CONCLUSION 67

TROISIÈME PARTIE
L'impact des robots sur les ressources humaines et les conditions de travail

INTRODUCTION ... 71

CHAPITRE PREMIER
L'impact des robots sur l'emploi et les ressources humaines ... 73

1.1 La situation au Québec et au Canada ... 73
1.2 Les entreprises étudiées ... 74
1.3 Les motifs d'acquisition, les avantages et inconvénients expérimentés ... 75
1.4 Les politiques d'acquisition et l'attitude des employés ... 75
1.5 Les caractéristiques des tâches accomplies par les robots et par les opérateurs de robot ... 76
1.6 L'impact des robots sur le plan professionnel ... 76
1.7 Les mécanismes d'ajustement de l'emploi ... 77
1.8 Les effets de la robotique sur l'emploi ... 77
1.9 L'avenir de la robotisation au Québec ... 79

CHAPITRE 2
L'impact des robots sur les conditions de travail ... 81

2.1 L'organisation du travail dans les ateliers ... 82
2.2 Les exigences de la tâche ... 83
2.3 Les contraintes de production et l'autonomie au travail ... 85
2.4 Les conditions de santé et de sécurité au travail ... 85
2.5 Les salaires ... 86
2.6 L'intérêt et la satisfaction au travail ... 86

CONCLUSION ... 87

ANNEXES ... 89
Annexe 1 ... 89
Annexe 2 ... 123

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ... 135

Liste des tableaux

PREMIÈRE PARTIE
L'impact de la machine-outil à commande numérique sur l'emploi et les ressources humaines

Tableau 1.1 Croissance des machines-outils à commande numérique au Québec . 6
Tableau 1.2 Répartition des machines à commande numérique par secteur 7
Tableau 1.3 Importance relative des secteurs les plus utilisateurs des MOCAS au Québec et en Ontario 8
Tableau 1.4 Liste et caractéristiques des entreprises choisies 11
Tableau 1.5 Destinations des expéditions (en % des ventes totales) 12
Tableau 1.6 Répartition des équipements par période et selon le mode de contrôle 13
Tableau 1.7 Ratio d'emploi par machine à commande numérique et par machine traditionnelle 19
Tableau 1.8 Ratio d'emploi par machine à commande numérique selon les différentes fonctions 21
Tableau 1.9 Mesures prises par les entreprises pour s'ajuster aux changements amenés par l'implantation des MOCN et des CU 23
Tableau 1.10 Moyens de dotation utilisés pour combler les postes nécessités par l'utilisation des MOCN (par profession importante) 24
Tableau 1.11 Scénario de croissance des MOCN 30
Tableau 1.12 Effet anticipé des MOCN et des CU sur l'emploi, période 1986-1996 . 31

DEUXIÈME PARTIE
L'impact de la machine-outil à commande numérique sur l'organisation du travail et les conditions de travail

Tableau 2.1 Taux de réponse au questionnaire destiné aux opérateurs de MOCN . 41
Tableau 2.2 Portrait des répondants selon le titre d'emploi actuel et selon le mode de contrôle des MOCN 41
Tableau 2.3 Niveau de participation des travailleurs lors de l'implantation de la MOCN 43
Tableau 2.4 Réactions des travailleurs selon l'employeur face à l'introduction de la MOCN 45
Tableau 2.5 Division du travail avec les MOCN 49
Tableau 2.6 Exigences de la tâche de l'ensemble des opérateurs de MOCN et comparaison avec la situation antérieure 52
Tableau 2.7 Autonomie au travail pour l'ensemble des opérateurs de MOCN et comparaison avec la situation antérieure 55
Tableau 2.8 Contraintes de production et de temps pour l'ensemble des opérateurs de MOCN et comparaison avec la situation antérieure 58
Tableau 2.9 Salaire hebdomadaire minimum et maximum pour les opérateurs de MOCN et de MOC 62
Tableau 2.10 Intérêt et satisfaction au travail pour l'ensemble des opérateurs de MOCN et comparaison avec la situation antérieure 64

TROISIÈME PARTIE
L'impact des robots sur les ressources humaines et les conditions de travail

Tableau 3.1 Nombre de robots par 10 000 employés (1984) 73
Tableau 3.2 Division du travail avec les robots 82
Tableau 3.3 Impact des robots sur l'organisation du travail, les caractéristiques du travail et les conditions de travail 84

Sommaire

Ce rapport est consacré à l'étude des impacts de la machine-outil à commande numérique (MOCN) et des robots sur l'emploi et le travail. Cet ouvrage se situe dans le courant des études par technologie que nous avons entreprises ces dernières années au ministère du Travail et au ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu, et qui a comme particularité de suivre l'introduction et le développement d'une innovation retenue par les entreprises et d'en analyser les effets directs sur la question de l'emploi, de l'adaptation de la main-d'œuvre et des conditions de travail.

Les résultats de cette recherche s'appuient sur 13 études de cas dont dix sont reliées à l'analyse des impacts socio-économiques de la MOCN et trois à l'examen des impacts des robots. Ces études de cas ont été réalisées à l'aide de questionnaires distribués à des gestionnaires et des travailleurs concernés par l'introduction de ces nouvelles technologies.

Les principales constatations issues de cette recherche sont ci-après résumées.

Impacts sur l'emploi et les ressources humaines

Le nombre de machines-outils à commande numérique (MOCN) et de centres d'usinage (CU) utilisés dans l'industrie du Québec, à l'été 1986, a été estimé à 900 environ. Cela correspond à 21 % du parc canadien total des MOCN. L'ensemble des équipements se retrouve principalement dans quatre secteurs (transports produits métalliques, machinerie, produits électriques et électroniques) et est disséminé à l'intérieur de 189 entreprises de taille variable. La structure industrielle détermine en grande partie le niveau et l'importance de l'utilisation de la machine à commande numérique. Ainsi, les principaux secteurs utilisateurs de la commande numérique énumérés plus haut ont une importance trois fois moindre au Québec qu'en Ontario. On comprend donc pourquoi l'Ontario, avec 65 % de l'emploi canadien de ces quatre secteurs, a également 64 % du parc total canadien des machines à commande numérique.

Les dix entreprises choisies pour études de cas sur la MOCN sont réparties également en deux catégories: cinq d'entre elles sont de la catégorie des grandes entreprises (500 employés et plus) et les cinq autres sont de la catégorie des petites et moyennes entreprises (moins de 200 employés). Ces entreprises qui sont à l'avant-garde dans l'adoption de technologies nouvelles sont aussi très performantes sur les marchés étrangers où elles réalisent environ les trois quarts de leurs ventes totales. Le mode de contrôle des machines a évolué, passant rapidement du type NC (commande numérique simple) au type CNC (commande numérique par ordinateur) et même au type DNC (commande centralisée de plusieurs machines montées en série). Ce dernier type est encore relativement rare mais il représente la voie normale d'évolution. La totalité des machines-outils à commande numérique de ces entreprises provient des pays étrangers et principalement de deux pays: les États-Unis et le Japon, mais ce dernier menace de plus en plus les positions américaines. La quasi-inexistence de producteurs québécois et même canadiens de MOCN est déplorable à plus d'un titre. Non seulement les emplois de fabrication échappent au Québec, mais cette situation empêche le développement et la diffusion d'un savoir-faire au niveau des ingénieurs et des techniciens qualifiés et rend plus difficiles l'implantation, l'exploitation et l'entretien de ces équipements.

Les principaux motifs évoqués pour l'acquisition des MOCN sont, dans l'ordre, la nécessité de rester compétitif, la rentabilité et l'amélioration de la qualité, mais ces trois raisons sont intimement liées entre elles car l'acquisition de ces technologies nouvelles, en

améliorant la qualité des produits, permet de trouver de nouveaux débouchés et d'assurer la compétitivité et la rentabilité de l'entreprise. Un autre motif souvent invoqué tient à la difficulté de trouver, au dire des entreprises, des machinistes qualifiés animés de la fierté artisanale d'antan. En général, les attentes n'ont pas été déçues par l'expérience. L'inconvénient principal expérimenté tient à l'entretien coûteux de ces machines complexes.

En ce qui a trait aux effets sur l'emploi, il faut tout d'abord établir que les caractéristiques des machines-outils à commande numérique impliquent des effets complexes sur l'emploi. Les économies de main-d'œuvre directe induites par les gains substantiels de productivité sont contrebalancées par différents phénomènes —accroissement des affaires dû à l'avantage concurrentiel, accessibilité à des commandes nouvelles (qui n'avait pas été possible en l'absence d'équipements adéquats), augmentation du nombre de quarts de travail, etc.— de sorte que le résultat final sur l'emploi global à long terme peut être assez différent de ce que l'on peut constater à court terme.

Néanmoins, en considérant l'atelier, nous avons pu établir que l'introduction d'une machine à commande numérique résultait en moyenne en un taux d'économie de main-d'œuvre de 0,60 unité, par unité d'équipement, lorsque ces équipements plus perfectionnés viennent se substituer aux machines-outils traditionnelles. Ce coefficient d'économie de main-d'œuvre équivaut à un pourcentage de réduction de 23 % de la main-d'œuvre directe (opérateurs, programmeurs, superviseurs, spécialistes de l'entretien). Pour le parc actuel de machines à commande numérique estimé à environ 900 à l'été 1986, cela s'est traduit par une économie de 524 emplois. Pour l'avenir, nous avons estimé que le taux d'économie de main-d'œuvre devrait être porté à 0,70, en raison de l'adoption anticipée d'équipements plus perfectionnés par l'industrie québécoise. Par ailleurs, pour la période de 1986-1996, nous avons arrêté notre choix sur une hypothèse optimiste de progression de la machine à commande numérique de 20 % par année, ce qui nous donne un parc d'environ 6 000 machines à commande numérique à l'horizon 1996. Dans cette hypothèse, les économies de main-d'œuvre se chiffreraient alors à 4 200.

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence pour différentes raisons. D'une part, ils sont basés sur l'hypothèse de la parfaite interchangeabilité des machines-outils classiques (MOC) par les machines-outils à commande numérique. Or, nous savons que c'est loin d'être toujours le cas: beaucoup de travaux ne sont tout simplement pas réalisables selon les procédés traditionnels. Lorsqu'une entreprise acquiert des machines-outils à commande numérique pour réaliser de telles commandes, il faut parler d'addition nette d'emplois qui n'auraient pas existé autrement.

D'autre part, ce facteur d'économie de main-d'œuvre pour l'entreprise ne tient pas compte des effets indirects de création d'emplois situés ailleurs dans l'économie (développement de logiciels, service après vente, service de consultation, etc.).

Enfin, ces résultats doivent toujours être placés dans le contexte de la dynamique concurrentielle des entreprises pour lesquelles le changement technologique est vu comme un facteur essentiel dans la stratégie globale de sauvegarde et d'élargissement des marchés. Pour conserver les emplois existants et en créer de nouveaux, il est souvent nécessaire d'acquérir des équipements plus performants et qui utilisent la main-d'œuvre en quantité relativement moindre par rapport à ceux qu'ils remplacent.

D'un autre côté, plus important encore que l'effet de réduction nette d'emplois est le processus de création, en plus du poste d'opérateur, de postes entièrement nouveaux en matière de programmation et d'entretien des machines. Ces postes ont un niveau de qualification relativement élevé (technicien en électronique, mécanicien en entretien...). Les programmeurs sont d'autant plus nombreux dans la structure d'emploi que le niveau technique des travaux accomplis par l'entreprise est élevé. Les spécialistes de l'entretien se retrouvent surtout dans la grande entreprise, alors que la petite entreprise sous-traite à l'extérieur son problème d'entretien. Quant au poste d'opérateur de MOCN, il offre la particularité de proposer

deux profils assez nettement différents: 1) un profil plutôt spécialisé à dominance passive, qualifié d'opérateur surveillant; 2) un autre profil plus enrichissant où l'employé conserve un rôle actif, intervient dans la programmation et est qualifié d'opérateur intervenant. Le premier profil, issu directement du prolongement du taylorisme traditionnel, prédomine actuellement au Québec.

En ce qui a trait au métier de machiniste traditionnel (affecté aux machines-outils classiques), ses effectifs subiront une importante réduction dans l'avenir. Un grand nombre de machinistes seront convertis en opérateurs de MOCN. Notre étude a démontré que 60 % des opérateurs de MOCN en fonction dans les dix entreprises sont d'anciens machinistes traditionnels recyclés. Plusieurs entreprises offrent également aux machinistes traditionnels la possibilité de devenir programmeurs. Dans notre étude, pas moins de 75 % des programmeurs l'étaient devenus par recyclage. Les mécaniciens d'entretien affectés aux MOCN sont tous d'anciens mécaniciens de machines traditionnelles recyclés pour la circonstance (du moins pour les quelques entreprises qui maintiennent à leurs frais une équipe d'entretien).

Pour ce qui est des mécanismes d'adaptation utilisés par les entreprises, il ressort donc que la part principale a été faite au recyclage de la main-d'œuvre déjà en fonction. Les deux tiers des employés requis par l'introduction des machines à commande numérique ont été fournis par le recyclage d'employés déjà en place, tandis que le recrutement externe compensait pour le reste. Les autres mécanismes, tels que la réaffectation d'employés dans d'autres unités, la retraite anticipée et le licenciement pur et simple, sont relativement peu utilisés.

Impact de la MOCN sur l'organisation du travail et les conditions de travail

Les formes de participation des employés lors de l'acquisition des équipements sont assez limitées. La moitié seulement des établissements visités signalent avoir informé les ouvriers eux-mêmes de la venue des nouvelles machines; seulement deux établissements sur dix ont consulté directement les opérateurs de machines ou, encore, ont sollicité leur participation directe à la définition des besoins. Pourtant il s'est écoulé, en moyenne, un an à un an et demi entre la décision de principe et la décision finale d'acquérir une machine spécifique. De l'avis des gestionnaires interrogés, la mise en place de nouvelles machines a suscité beaucoup d'enthousiasme et de collaboration de la part des travailleurs; une certaine méfiance s'est toutefois manifestée de la part des anciens employés.

Une division du travail fondée sur une plus grande spécialisation des fonctions a tendance à s'instaurer au sein des ateliers. Alors que le mode et le contrôle des usinages sur les machines-outils classiques étaient rassemblés dans une seule et même main, celle du machiniste, la compétence est désormais divisée entre plusieurs acteurs: le programmeur, le règleur, l'opérateur, l'homme de métier. Certains ateliers de fabrication numérique des grandes entreprises se caractérisent par la séparation de la fonction programmation. Au sein des ateliers des petites et moyennes entreprises, on retrouve un certain « glissement » de cette fonction du côté des opérateurs eux-mêmes, la proportion de temps consacrée à cette fonction par les opérateurs demeurant toutefois assez réduite.

La variété des tâches aussi bien qu'à l'inverse, la monotonie du travail, est liée directement au niveau de contrôle, par l'opérateur, du processus de son travail; l'opérateur agissant comme simple conducteur de la machine considère alors que son travail est plus ennuyeux et monotone que celui à qui est offert la possibilité d'intervenir à toutes les étapes du processus opératoire. De même, la durée des cycles de production et la polyvalence des fonctions ont un impact direct sur la variété des activités.

Même si la grande majorité des opérateurs perçoivent que leur travail sollicite beaucoup de jugement, cette aptitude est évidemment considérée plus nécessaire dans le travail de

l'opérateur intervenant que dans celui de l'opérateur surveillant. L'utilisation en soi de la MOCN modifie peu l'emploi de cette capacité.

La conduite d'une MOCN est plus exigeante en termes d'attention et de concentration que celle d'une machine-outil classique ou traditionnelle et ce, particulièrement pour les opérateurs intervenants. Le niveau de précision pour opérer la MOCN est jugé très élevé en général; toutefois, la plupart des opérateurs l'estiment équivalent à celui nécessaire pour opérer une machine-outil classique. Les efforts d'attention du travailleur qui doit surveiller étroitement les opérations afin d'éviter la détérioration du matériel et du produit sont considérés comme des facteurs augmentant la charge mentale du travail.

Alors que la totalité des opérateurs intervenants considèrent qu'utiliser une MOCN demande beaucoup d'initiative personnelle, moins de la moitié des opérateurs surveillants font cette évaluation. Ainsi, la plupart des opérateurs surveillants ne peuvent abaisser la vitesse de la machine imposée par le programme alors que les opérateurs intervenants peuvent le faire. De plus, le rythme de travail sur les MOCN serait moins imputable aux caractéristiques de la machine elle-même qu'au mode d'organisation du travail privilégié (répartition des tâches entre les opérateurs, mode de fonctionnement des machines, etc.).

Les opérateurs de MOCN estiment fournir une plus grande quantité de travail que lorsqu'ils utilisaient une MOC. De même, les opérateurs nous indiquent que les temps morts sont moins fréquents qu'auparavant et que la pression pour respecter les échéances est élevée.

Les gestionnaires et les opérateurs interrogés s'accordent pour dire que la conduite d'une MOCN demande moins d'effort physique mais plus d'effort mental et de tension nerveuse; les opérateurs de MOCN estiment souffrir plus souvent qu'avant de stress élevé, les raisons étant reliées aux conditions de travail décrites précédemment.

Dans les dix entreprises visitées, le salaire horaire minimum et maximum offert aux opérateurs de MOCN est légèrement plus élevé que celui accordé aux opérateurs de MOC; il varie entre 9,74 $ et 12,37 $ pour l'opérateur de MOCN, alors qu'il s'échelonne de 9,63 $ à 11,63 $ pour l'opérateur de MOC. Toutefois des différences notables apparaissent entre les entreprises à ce chapitre: quatre offrent aux opérateurs de MOCN un salaire supérieur à celui accordé aux opérateurs de MOC, quatre accordent aux deux types d'opérateurs les mêmes salaires, alors que deux autres établissements offrent un salaire inférieur pour commander une MOCN à celui offert pour faire fonctionner une MOC.

Le niveau d'intérêt et de satisfaction au travail est élevé chez les opérateurs de MOCN. Plus de 80 % des travailleurs interrogés estiment que l'utilisation de cette machine a amélioré leur intérêt au travail et a davantage permis de mettre en valeur leurs capacités. Même si la grande majorité ne voudrait pas revenir à la machine-outil classique, ils souhaitent cependant améliorer leurs connaissances en programmation et mieux contrôler ainsi tout le procédé d'opération.

Impact des robots sur l'emploi et le travail

On estime à environ 150 le nombre de robots industriels actifs au Québec et à 1 300 robots dans l'ensemble du Canada. Les deux principales applications des robots sont au niveau des procédés (peinture, soudure, application de colle, etc.) et de la manutention. Tout comme dans le cas des MOCN, on assiste à la montée en flèche des équipements japonais et au rétrécissement de la part du marché des américains.

Trois entreprises ont été l'objet d'études de cas en matière de robotique. L'entreprise A, non syndiquée, environ 500 employés, fabrique des pièces de moteurs d'avion. Elle dispose de 23 robots de manutention et de trois robots de procédés. L'entreprise B, également

non syndiquée, environ 2 000 employés, fabrique des véhicules récréatifs et utilitaires et possède deux robots de soudure. L'entreprise C, fabricant de véhicules automobiles, environ 4 000 employés, a en usage cinq robots de soudure et quatre robots d'applicateur de colle.

Pour les entreprises B et C, les motifs d'acquisition sont essentiellement économiques, soit la rentabilité, l'efficacité et la qualité du produit. Ce sont la qualité des emplois et la santé-sécurité qui ont été la motivation principale dans l'entreprise A. Après expérimentation, l'entreprise C trouve avantageux d'utiliser des robots électriques plutôt que des hydrauliques en raison du caractère moins bruyant et de l'entretien plus facile de ces robots. Ce sont la lenteur des robots et la formation de spécialistes de l'entretien qui sont citées comme inconvénients.

Les trois entreprises ont eu comme politique de faire s'impliquer leurs employés lors de l'acquisiton des robots. L'attitude des travailleurs à l'égard des robots dépend en grande partie du niveau de communication et de participation établi lors de l'implantation de ces équipements. Dans l'ensemble, cette attitude a été positive.

Dans les entreprises A et B, c'est l'opérateur qui fait fonction également de programmeur après avoir reçu une formation approfondie en robotique. Dans la troisième entreprise (C) où la conception est rigoureusement séparée de l'exécution, ce sont les ingénieurs qui réalisent la programmation des robots. Dans les entreprises A et B, les opérateurs de robots jouent donc un rôle très actif, alors que les opérateurs de l'entreprise C ont un rôle strict de surveillance. L'entretien des robots est complexe et exige, des équipes spécialisées qui en sont chargées, une formation poussée.

Comme dans le cas de la MOCN, l'implantation des robots n'a donné lieu à aucune mesure spectaculaire d'ajustement de l'emploi. Le recrutement interne et le recyclage a été la règle. N'ayant point mesuré les effets de la robotique sur l'emploi (les trois entreprises étudiées se prêtaient mal à l'approfondissement de cette question), il demeure intéressant de citer les études européennes à ce sujet, qui suggèrent que l'introduction de robots a un effet certain de réduction des postes de travail pouvant varier de 0,8 à 6,2 travailleurs par unité robotique. Toutefois, l'ampleur de cet effet varie selon le type de travail sur lequel la substitution a porté et selon la politique de l'entreprise ou des pouvoirs publics, le cas échéant.

En ce qui a trait à l'organisation du travail dans les ateliers robotiques, les entreprises A et B ont adopté un modèle beaucoup plus flexible, axé sur la polyvalence des fonctions et l'enrichissement des tâches, que l'entreprise C dont le mode de fonctionnement est traditionnel. Alors que les deux premières entreprises privilégient le concept d'opérateur intervenant, la troisième confine à un rôle de surveillance l'opérateur de robot.

La prise en charge par les robots des tâches pénibles, routinières et dangeureuses facilite la tâche des opérateurs pour qui persistent, cependant, une certaine passivité dans leur travail. Dans les entreprises A et B on retrouve une polyvalence des tâches et une variété des activités qui sont absentes du côté de l'entreprise C. De même, le niveau d'attention, de concentration et de précision ainsi que les capacités de jugement requis pour opérer un robot sont jugés plus élevés par les opérateurs de l'entreprise A que par ceux de l'entreprise C.

L'utilisation du nouvel équipement, tout comme l'ancien, laisse peu de place à l'initiative. Les contraintes de production, en ce qui a trait plus particulièrement à la quantité de travail à produire, sont élevées mais les contraintes de temps (fréquences des temps morts, échéances impératives) demeurent semblables à celles qui prévalaient auparavant avec la conduite de machines traditionnelles.

Dans les trois entreprises visitées, des mesures de sécurité ont été instaurées afin d'éviter les risques d'accidents par l'interdiction ou le contrôle de l'entrée des opérateurs dans l'aire robotique en fonction; on note toutefois certains inconvénients au chapitre du bruit

ambiant. Le robot élimine beaucoup de fatigue physique. Les opérateurs eux-mêmes ne signalent aucun problème de santé avec la venue de cet équipement.

L'acquisition de robots dans les ateliers a un impact positif au niveau de l'intérêt et la satisfaction au travail et ce, d'autant plus que l'entreprise a pris soin de solliciter la participation active des travailleurs. Enfin, nous remarquons que l'utilisation du robot n'a eu aucun effet sur le salaire des opérateurs.

PREMIÈRE PARTIE

L'impact de la machine-outil à commande numérique sur l'emploi et les ressources humaines

Gabriel Laroche

Introduction

Une fois passés l'affolement et le pessimisme relatifs à la trajectoire de l'emploi qui ont marqué les débuts de cette récente vague d'études et de préoccupations sur les changements technologiques, les spécialistes de la question en sont venus à une appréciation plus nuancée et plus pondérée du phénomène de l'automatisation, réel ou appréhendé. La question de la perte d'emploi est relativisée et remise en perspective. De nombreuses études ont fait ressortir que la perte d'emploi est souvent l'occasion d'une création d'emploi soit dans l'entreprise même, soit ailleurs dans l'économie lorsque d'autres entreprises domestiques construisent en amont les nouveaux équipements. D'autre part, les gains de productivité induisent à terme une baisse du prix des produits qui facilite l'expansion des marchés et favorise l'exportation, et ainsi conduisent à une demande nouvelle ou accrue. C'est la théorie des effets compensateurs. Parallèlement, de très nombreuses études ont également souligné avec raison que presque toujours, les effets touchant la structure des emplois et les modifications dans les tâches, les qualifications professionnelles et les conditions de travail étaient beaucoup plus importants que les effets purement quantitatifs sur l'emploi.

D'un autre côté, depuis les débuts, les études portant sur les changements technologiques ont suivi deux courants principaux:

1) une filière sectorielle qui offre l'avantage de tenir compte de la problématique globale du secteur industriel étudié avec ses contraintes particulières;

2) une filière de technologie qui a la caractéristique de suivre de plus près la dynamique propre de l'innovation retenue et de suivre son mouvement et sa trajectoire spécifique, en quelque sorte de l'intérieur.

En réalité les deux courants se complètent et s'enrichissent mutuellement. À la Direction de la recherche du ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu (MMSR) et au Centre de recherche et de statistiques sur le marché du travail du ministère du Travail, les travaux ont porté dès les débuts sur ces deux pôles de recherche. L'une des toutes premières études portait sur la technologie du traitement de textes (Benoit et al., 1984), tandis que le ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu est présentement engagé avec d'autres partenaires dans une vaste étude sur les effets des changements technologiques sur les principaux secteurs industriels[1]. C'est dans ce contexte général que se situe la présente étude sur la machine-outil à commande numérique et les robots, et dont les objectifs, en ce qui nous concerne, peuvent se ramener aux suivants:

1) évaluer les conséquences nettes de l'utilisation de ces équipements sur l'emploi de l'entreprise —en remontant la trame du processus classique de la « destruction-création » de postes;

2) conséquemment, identifier et situer dans le processus du travail redéfini par l'émergence du nouvel équipement les modifications apportées à la structure d'emploi de l'atelier;

3) rendre compte du processus d'adaptation de l'entreprise pour résoudre ces « problèmes » de ressources humaines;

4) rendre compte des modifications apportées dans les conditions de travail et dans le contenu des tâches des travailleurs les plus directement concernés.

1. Projet entrepris conjointement par le MMSR, le BSQ, et le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science sous la supervision des professeurs P.-A. Julien et J.-C. Thibodeau de l'UQTR et de l'INRS-Urbanisation.

Il ne manque pas d'études générales, de type sectoriel ou macro-économique, qui se sont attaquées à ces questions d'un point de vue global et qui ont abouti par ailleurs à des conclusions ou des perspectives intéressantes. Les études circonstanciées, mettant en cause des entreprises bien concrètes à travers leur expérience vécue du changement technologique, sont plus rares et tout particulièrement au Canada et au Québec. Et pourtant elles sont nécessaires pour bien vérifier l'ampleur et la signification réelle des changements ainsi que les moyens utilisés par les entreprises pour faire face à ces changements. C'est dans cette perspective que s'inscrit notre étude qui, à travers dix cas d'espèces, propose des résultats indicatifs, sinon tout à fait représentatifs sur l'impact de la commande numérique sur la main-d'œuvre de l'entreprise.

Les trois premiers objectifs, qui sont intimement liés et interdépendants, constituent la première partie de l'étude sous le titre général d'effet sur l'emploi et les ressources humaines, tandis que le quatrième objectif fera l'objet de la deuxième partie du rapport de travail.

CHAPITRE PREMIER

Les machines à commande numérique: état de la situation au Québec

1.1 Les machines à commande numérique: l'évolution des modes de contrôle

Dans l'usinage du métal, la machine à commande numérique (*CN*) est la première version du changement qui commence à révolutionner les machines-outils traditionnelles au début des années 60. La programmation se fait alors au moyen de bandes perforées où sont codées les instructions. Il n'est pas possible de modifier le programme en cours d'application, le programme doit être changé chaque fois qu'on veut modifier si peu soit-il les caractéristiques de la pièce usinée.

Plus tard, le contrôle de la commande numérique a été confié à un calculateur électronique, un mini-ordinateur, qui conserve en mémoire des instructions et permet des modifications directes au programme à partir d'un clavier de programmation. Ces machines *sont dites de type CNC* (computer numerical control). Le contrôle par ordinateur permet une précision supérieure et rend possible des opérations extrêmement complexes. Il facilite aussi le travail de l'opérateur par des systèmes intégrés d'autosurveillance, signalant, par exemple, quand il faut changer ou affûter l'outil de coupe. C'est sous ce mode de contrôle qu'on retrouve le centre d'usinage qui est simplement une machine-outil à commande numérique plus polyvalente puisqu'elle permet de réaliser successivement un grand nombre d'opérations (alisage, fraisage, percage etc...). Pratiquement toutes les machines-outils produites aujourd'hui sont de type CNC et sont susceptibles de fonctionner sous le mode de contrôle DNC.

Lorsque plusieurs machines à commande numérique de type CNC sont reliées à un ordinateur central qui gère leur exploitation et l'information provenant de ces machines, nous avons affaire à un système de *commande directe de type DNC* (direct numerical control). Le fichier central peut stocker les programmes des différentes pièces et ces programmes peuvent être dirigés directement vers n'importe quelle machine-outil du système. Ces machines, à leur tour, renvoient à l'unité centrale toute une série d'informations concernant leur situation particulière, l'état de leur production, la qualité des pièces produites, etc. On peut ainsi relier entre eux des réseaux de machines à commande numérique.

Le système DNC représente un premier niveau d'intégration entre les machines, cependant limité aux mécanismes électroniques de contrôle. Le chargement de la machine et le transfert des pièces d'une machine à l'autre se font de façon manuelle. Quand un ensemble de machines à commande numérique fonctionnant en DNC sont reliées entre elles par des systèmes de manutention des pièces et de chargement automatique des machines, avec l'aide de robots et sous le contrôle et la coordination de l'ordinateur central, on a affaire au système dit de fabrication flexible.

Enfin, le système d'intégration peut s'élargir en aval et en amont et inclure les fonctions de l'inspection, de la vérification de la qualité, de la conception, du contrôle et de la gestion optimale des stocks, etc. Dans ce cas, nous avons affaire au système dit d'atelier flexible.

Au Québec, actuellement, les systèmes de fabrication flexible, et encore plus l'atelier flexible, sont à l'état de projets. Ils représentent un aboutissement auquel tendent certains leaders dans la production informatisée. C'est pourquoi lorsqu'on parle, dans le cas du Québec, de fabrication assistée par ordinateur (FAO), les équipements physiques qui doivent retenir en premier l'attention sont essentiellement les machines à commande numérique et les centres d'usinage. Les robots jouent un rôle plutôt marginal, du moins jusqu'à présent, à cause de la présence réduite de certaines industries utilisatrices comme l'industrie automobile.

1.2 La situation dans l'industrie du Québec

Sur la base des données de la revue *Canadian Metal Working*, combinées avec nos propres données issues d'une enquête auprès des entreprises, nous avons établi à environ 874 le nombre de machines à commande numérique (MOCN) et de centres d'usinage (CU) en activité dans l'industrie du Québec, à l'été de 1986. Cela correspond à 21,1 % du parc canadien total des machines à commande numérique. En comparaison, l'Ontario compte environ 64 % du stock canadien. Cette disparité tient à la différence entre les bases industrielles des deux provinces, sur laquelle nous reviendrons plus loin. Le taux de croissance composé a été de 15,7 % sur la période d'une dizaine d'années considérées. La récession a eu pour effet de réduire sensiblement le taux de croissance, qui est tombé à 11,4 % et 8,9 % en 1982 et en 1983, alors qu'il avait été supérieur à 20 % dans les trois années précédentes (voir tableau 1.1).

Tableau 1.1
CROISSANCE DES MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE AU QUÉBEC

Année	Nombre de MOCN et de CU	Taux de croissance (%)
1974	162	—
1975	190	17,3
1976	218	14,7
1977	238	9,2
1978	262	10,1
1979	327	24,8
1980	439	34,2
1981	535	21,9
1982	596	11,4
1983	649	8,9
1984	739	13,9
1985	806	9,1
1986	874	8,4

Source: Direction de la recherche, MMSR et *Canadian Metal Working, 1974-1986*.

Les secteurs d'activité économique où les MOCN et les CU sont les plus représentés sont les suivants (voir tableau 1.2):

— l'industrie du matériel de transport avec 34 % de l'ensemble des équipements (MOCN et CU ensemble) à cause de la présence de l'industrie des aéronefs et pièces qui en regroupe la très grande majorité;

— l'industrie de fabrication des produits métalliques (22,8 %);

— l'industrie de la machinerie (sauf électrique) (20,7 %);

— l'industrie des produits électriques et électroniques (9,6 %).

L'ensemble des équipements est disséminé à l'intérieur de 189 entreprises qui regroupent un total de 35 469 employés. Le nombre moyen d'équipements par entreprise tourne généralement autour de quatre, à l'exception du secteur du matériel des transports où il est plutôt de l'ordre de la dizaine (exactement 10,2), reflétant par là l'utilisation à haute échelle qui est faite dans ce secteur.

La structure industrielle détermine en grande partie le niveau et l'importance de l'utilisation de la machine à commande numérique dans l'industrie. Ainsi, les principaux secteurs utilisateurs de la commande numérique tels que nous les avons énumérés plus haut ont une importance beaucoup plus considérable en Ontario[1] qu'au Québec (voir tableau 1.3). L'ensemble de ces quatre secteurs en Ontario avec un volume total d'emploi de 414 000 en 1986 représentait trois fois celui du Québec, estimé à 135 000 (voir tableau 1.3). On comprend pourquoi l'Ontario, avec 65 % de l'emploi canadien dans les quatre secteurs, a comme par hasard également 64 % du parc canadien des machines à commande numérique.

Tableau 1.2
RÉPARTITION DES MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE PAR SECTEUR

Secteur	Nombre d'entreprises ayant MOCN ou CU	Nombre total d'employés*	Nombre de MOCN	Nombre de CU	Nombre autres équipements programmables	Emploi total du secteur (1986)
Industrie du matériel de transport	**29**	**14 892**	**268**	**29**	**16**	**47 000**
— Aéronefs et pièces	16	11 913	215	23	1	
Industrie de fabrication de produits métalliques	**64**	**5 532**	**187**	**30**	**12**	**35 000**
— Ateliers d'usinage	31	805	93	20	3	
— Articles de quincaillerie, d'outillage et de coutellerie	12	594	31	1	1	
— Autres industries de produits en métal	5	840	27	3	1	
— Emboutissage, matriçage et revêtement produits en métal	5	1 239	19	1	5	
Industrie de la machinerie (sauf électrique)	**52**	**5 332**	**137**	**44**	**5**	**16 000**
— Autres industries de la machinerie et de l'équipement	51	5 112	135	44	5	
Industrie de produits électriques et électroniques	**19**	**6 249**	**68**	**16**	**19**	**37 000**
— Industrie du matériel électronique professionnel	5	4 553	30	6	9	
— Industrie du matériel électrique industriel	4	845	10	6	3	
Industrie de première transformation des métaux	6	1 833	10	8	2	
Industrie des produits en caoutchouc	1	117	6	2	0	
Papiers et produits du papier	1	12	3	—	—	
Industrie chimique	3	1 364	5	2	—	
Autres industries manufacturières	2	138	5	2	—	
Autres industries, code CAE, non précisées	12	—	45	5	3	
TOTAL	**189**	**35 469**	**738**	**136**	**85**	

— Données non disponibles

* Ces chiffres concernent les entreprises des secteurs ayant des MOCN.

Source: Direction de la recherche, MMSR et Statistique Canada pour le nombre d'employés, 1986.

1. C'est dans les mêmes quatre grands secteurs tant en Ontario qu'au Québec que se concentre la majorité du parc des MOCN et des CU.

Tableau 1.3
IMPORTANCE RELATIVE DES SECTEURS LES PLUS UTILISATEURS DES MOCN AU QUÉBEC ET EN ONTARIO (emploi en milliers)

	Québec (%)	Ontario (%)	Canada (%)
Matériel de transport	47 (19,1)	166 (70,6)	235 (100,0)
Fabrication de produits métalliques	35 (22,7)	92 (59,7)	154 (100,0)
Industrie de la machinerie	16 (21,0)	44 (57,9)	76 (100,0)
Industrie de produits électriques et électroniques	37 (22,4)	112 (67,9)	165 (100,0)
Total	**135 (21,4)**	**414 (65,7)**	**630 (100,0)**

Source: Statistique Canada, 1986

L'importance relative de l'Ontario dans le domaine des machines à commande numérique ne doit pas faire oublier le fait que le Canada est loin de progresser aussi rapidement dans ce domaine que ses principaux concurrents. Ainsi, par exemple, pour l'année 1983, une étude du gouvernement ontarien (Ontario Ministry of Industry, 1985) établissait à 12,9 % le pourcentage des machines à commande numérique dans le nombre total des machines-outils de toutes sortes achetées en 1983 aux États-Unis tandis qu'il était de 4,4 % pour le Canada. Quant au Japon, ce pourcentage montait jusqu'à 38,1 %. Dans ce dernier cas et pour donner une idée de l'ampleur du gouffre qui sépare le Canada de la puissante industrie japonaise, il vaut la peine de citer un calcul fait par les auteurs du rapport précédemment cité. Ces derniers ont estimé que, compte tenu de la taille du secteur manufacturier canadien, si l'on ajustait le nombre de machines à commande numérique canadiennes selon la même proportion constatée dans l'industrie manufacturière japonaise, on aboutirait à un parc de 40 000 à 60 000 machines à commande numérique au lieu des 3 500 enregistrées en 1984[1]. Autrement dit, sur la base des standard japonais, l'industrie canadienne est sous-équipée en machines à commande numérique dans un rapport allant entre 10 à 1 et 16 à 1.

1. Le parc total des MOCN du Japon était estimé à 350 000 environ en 1984.

CHAPITRE 2

Méthodologie de l'étude

Nous avons choisi de procéder par des études de cas pour plusieurs raisons dont on peut rappeler les deux principales.

1 — Cette façon de procéder pouvait nous apporter une information plus riche et plus nuancée. À défaut d'avoir des résultats statistiquement représentatifs, cette méthode nous permettait de pénétrer dans la dynamique même du changement technologique.

2 — Cette méthode, peu coûteuse au surplus, s'accordait bien avec la nature exploratoire de l'étude.

2.1 Choix des études de cas

Le choix des entreprises devant faire l'objet d'études de cas a été fait selon les critères suivants.

1 — Nous avons tout d'abord constitué un inventaire le plus exhaustif possible des entreprises utilisant des équipements de fabrication assistée par ordinateur. Les principales informations colligées par entreprise sont les suivantes: secteur industriel, nombre d'employés, nombre de MOCN, de centres d'usinage et d'autres équipements programmables.

2 — Nous avons regroupé ces informations par secteur et nous avons identifié les secteurs qui affichaient les parcs de machines à commande numérique et de centres d'usinage les plus nombreux, tels que l'industrie des aéronefs et pièces, les autres industries de la machinerie et de l'équipement, les ateliers d'usinage, etc. Lorsque les parcs d'équipements étaient à peu près équivalents, nous avons considéré le nombre d'employés comme un facteur discriminant.

3 — Ensuite nous avons, pour chacun des secteurs retenus, isolé les deux ou trois entreprises qui avaient le nombre le plus élevé de MOCN et de CU.

4 — Le choix définitif des entreprises a été fait en tenant compte d'une répartition égale entre les grandes entreprises (500 employés et plus) et les petites et moyennes entreprises (200 employés et moins).

Trois des entreprises choisies ont été remplacées par des entreprises analogues lorsque, après les avoir contactées, il s'est avéré impossible pour diverses raisons de nous assurer leur collaboration.

Tout cela nous a conduit à la sélection finale de dix entreprises (cinq grandes et cinq petites et moyennes) dont nous verrons plus loin les caractéristiques en détail.

2.2 Le questionnaire

Préalablement, nous avons construit une grille de travail qui a pris la forme d'un questionnaire général complexe et détaillé portant sur les aspects suivants:

— les types d'équipements en usage;
— les conditions d'implantation;
— l'impact sur l'emploi et les professions;
— l'impact sur l'organisation du travail et les qualifications professionnelles;
— l'impact sur les conditions de travail;
— les développements futurs.

Malgré cette diversité des thèmes, les deux préoccupations majeures autour desquelles est articulé le questionnaire principal demeurent l'impact sur l'emploi et les ressources humaines, et l'impact sur les conditions de travail. Les résultats de l'étude qui seront présentés dans cette première partie du rapport concernent le volet sur l'emploi et les ressources humaines; le volet sur les conditions de travail sera abordé ultérieurement dans ce rapport.

L'administration du questionnaire principal s'est faite par entrevue directe avec un cadre supérieur responsable de la fabrication. Dans beaucoup de cas, nous n'avons pu compléter l'opération dans une seule entrevue; dans d'autres, nous avons dû revenir une autre fois pour la mener à terme. Dans tous les cas, une fois l'entrevue terminée, l'étude de cas se prolongeait par une visite détaillée des équipements, pour confirmer et préciser les informations reçues à l'étape de l'entrevue.

Un deuxième questionnaire beaucoup plus léger a été construit pour s'adresser exclusivement aux opérateurs des MOCN de façon à recueillir leur propre évaluation de leurs conditions de travail. De cette façon, on pourra comparer les deux versions, la version patronale et celle des employés. Le petit questionnaire destiné aux opérateurs fera plus loin l'objet de précisions dans la section réservée à cet effet.

CHAPITRE 3

Caractéristiques des entreprises choisies et de leurs équipements

Les critères que nous avons élaborés nous ont amenés à sélectionner dix entreprises dont la liste se trouve au tableau 1.4. Comme on peut le constater, ces entreprises sont réparties en deux catégories, cinq d'entre elles dont l'emploi varie de 500 à 3 000 tombent dans la catégorie des grandes entreprises. Les cinq autres, dont l'emploi varie de 12 à 170, tombant dans celle des petites et moyennes entreprises. La disproportion dans les chiffres d'affaires est à l'image de celle de leur taille et couvre un éventail allant de un million à 200 millions de dollars.

Tableau 1.4
LISTE ET CARACTÉRISTIQUES DES ENTREPRISES CHOISIES

Entreprise	Secteur	Nombre d'employés	Chiffre d'affaires (en M $)	Nombre de MOCN et de CU
A	Industrie du matériel électronique	2 500	—	13
B	Industrie du matériel ferroviaire	600	114	17
C	Autres industries de la machinerie et de l'équipement	500	65	9
D	Industrie des aéronefs et pièces	3 000	200	7
E	Industrie des aéronefs et pièces	800	65	9
Sous-total				**55**
F	Atelier d'usinage	75	4,5	12
G	Atelier d'usinage	48	3,0	15
H	Atelier d'usinage	12	1,0	7
I	Autres industries de la machinerie et de l'équipement	170	12,0	8
J	Industrie d'articles de quincaillerie et de coutellerie	150	—	17
Sous-total				**59**
Total				**114**

— Données non disponibles

En ce qui a trait à la destination des expéditions, il est très intéressant de noter que la totalité de ces entreprises, à l'exception d'une seule (voir tableau 1.5), ont réalisé la majorité de leurs ventes à l'extérieur du Canada. Dans le cas des grandes entreprises, ce n'est pas moins des trois quarts de leur chiffre d'affaires (74 %) qui proviennent de leurs opérations sur les marchés étrangers. La proportion est d'environ 60,0 % dans le cas des petites et moyennes entreprises, ce qui est déjà considérable mais elle se rapprocherait encore davantage de celle des grandes entreprises, n'était-ce la situation exceptionnelle de l'une d'entre elles qui dessert exclusivement le marché québécois (à 98 %). Dans ce dernier cas, il faut dire qu'il s'agit d'une PME agissant comme sous-contractante exclusive d'une grande entreprise dans le secteur de l'aéronautique, elle-même réalisant l'essentiel de ses affaires sur les marchés d'exportation. **On voit donc que les entreprises présentes sur les marchés étrangers sont également celles qui sont les plus impliquées dans les technologies avancées.**

Tableau 1.5
DESTINATIONS DES EXPÉDITIONS (EN % DES VENTES TOTALES)

Entreprise	Québec (%)	Reste du Canada (%)	Étranger (%)
A	3,0	12,0	85,0
B	10,0	10,0	80,0
C	30,0	10,0	60,0
D	15,0	15,0	70,0
E	0,0	25,0	75,0
Moyennes pour les grandes firmes	11,6	14,4	74,0
F	20,0	20,0	60,0
G	98,0	2,0	0,0
H	10,0	30,0	60,0
I	0,0	10,0	90,0
J	4,0	11,0	85,0
Moyennes pour les petites firmes	26,4	14,6	59,0

3.1 Les équipements

L'ensemble des entreprises faisant l'objet de nos études de cas totalisait un parc total de 114 MOCN et centres d'usinage, ce qui correspond à une moyenne de 12 par établissement (voir tableau 1.4). Aucun des établissements considérés n'avait moins de sept unités d'équipements, donc chacun en avait suffisamment pour permettre l'analyse des impacts sur une certaine échelle et rendre possible une certaine généralisation. Il ne faudrait pas croire qu'il y a une quelconque corrélation entre le nombre d'équipements et la grosseur des entreprises. Au contraire, les cinq grandes entreprises avaient au total 55 MOCN et CU, tandis que les cinq petites et moyennes avaient quatre unités en plus, pour un total de 59 (tableau 1.4).

En ce qui a trait au mode de contrôle associé à ces machines, 63 d'entre elles (environ la moitié) étaient de type CNC, 31 de type NC, et seulement 20 de type DNC[1] (voir tableau 1.6). L'acquisition des machines NC remonte aux années 70 ou antérieurement. À partir de la fin des années 70 et du début des années 80, on n'acquiert plus les MOCN de type NC. Toutes les machines acquises dès lors sont de la nouvelle génération des CNC. Quant aux MOCN de type DNC, le chiffre de 20 dont nous avons parlé plus tôt peut contribuer à une fausse impression, dans la mesure où il correspond à deux entreprises seulement sur les dix que nous avons étudiées. Et là-dessus, il faut ajouter que pas moins de 17 de ces machines se trouvent dans une seule PME de 150 employés seulement (entreprise J), mais caractérisée par une véritable course à la productivité... Par contre, comme toutes les machines CNC sont susceptibles de fonctionner en mode DNC, moyennant le branchement à un ordinateur central, et que le coût d'acquisition d'un tel système est relativement peu élevé (environ 150 000 $), presque toutes les entreprises étudiées avaient comme projet de se convertir au mode DNC, et certaines à très court terme.

1. Rappelons les définitions associées à ces termes:
   — NC correspond à la commande numérique simple. La programmation se fait au moyen de bandes perforées où sont codées les instructions d'usinage. Il n'est pas possible de modifier le programme en cours d'application et ce dernier doit être changé si on veut modifier les caractéristiques de la pièce usinée;
   — CNC (computer numerical control); dans ce cas, la machine à commande numérique est prise en charge par un mini-ordinateur qui conserve en mémoire les instructions d'usinage et permet des modifications directes au programme à partir d'un clavier de programmation;
   — DNC (direct numerical control): dans ce cas, plusieurs machines CNC sont montées en série et reliées à un ordinateur central qui gère leur exploitation.

3.2 La provenance des équipements

La totalité des machines à commande numérique provient des pays étrangers. Du total des 114 machines à commande numérique et centres d'usinage, 78 (68 %) provenaient des États-Unis, 26 (23 %) étaient achetées du Japon. Les 9 % qui restent provenaient des pays européens suivants : la Suisse, l'Allemagne et la Suède. À notre connaissance, il n'existe que deux entreprises au Canada qui fabriquent des MOCN. L'une, située en Ontario, n'a aucune pénétration sur le marché québécois. L'autre est située à Granby et fabrique sur commande des machines extrêmement coûteuses. Nous avons par contre rencontré une PME —la même dont ses équipements fonctionnaient sous le mode DNC— qui était si convaincue et si impliquée dans la course aux innovations technologiques qu'elle envisageait de construire elle-même ses propres MOCN, parce que, disait son directeur général, « nous croyons être capables de construire de meilleures machines que celles sur le marché, afin de nous donner encore un plus grand avantage concurrentiel ». Si ses ambitions se concrétisaient, on assisterait à la naissance du deuxième constructeur de machines à commande numérique québécois.

La quasi-inexistence de producteurs québécois de machines-outils à commande numérique est déplorable à plus d'un titre. D'une part, les emplois induits par la fabrication échappent totalement au Québec. D'autre part, cette situation empêche le développement et la diffusion d'un « savoir-faire » au niveau des ingénieurs et des techniciens qualifiés et complique l'implantation, l'exploitation et l'entretien de ces équipements. Les industriels se trouvent en état de dépendance envers des fabricants étrangers et leurs employés se trouvent astreints à des stages coûteux et prolongés à l'extérieur, comme nous le verrons plus loin.

À propos de cette question, il y a sûrement place pour des initiatives gouvernementales qui viseraient spécifiquement à favoriser l'émergence d'une industrie de fabrication de machines-outils au Québec. Peut-être le ministère de l'Industrie et du Commerce a-t-il des projets en ce sens...

Tableau 1.6
RÉPARTITION DES ÉQUIPEMENTS PAR PÉRIODE ET SELON LE MODE DE CONTRÔLE

	NC			CNC			DNC			Total		
Entreprise	**avant 1970**	**1970-1979**	**1980-1986**	**avant 1970**	**1970-1979**	**1980-1986**	**avant 1970**	**1970-1979**	**1980-1986**	**avant 1970**	**1970-1979**	**1980-1986**
A	3	0	0	0	7	3	0	0	0	3	7	3
B	2	1	1	0	4	9	0	0	0	2	5	10
C	0	2	1	0	3	3	0	0	0	0	5	4
D	0	4	0	0	1	2	0	0	0	0	5	2
E	0	2	0	0	4	0	0	1	2	0	7	2
F	6	0	2	0	0	4	0	0	0	6	0	6
G	0	0	0	0	11	4	0	0	0	0	11	4
H	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7
I	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	7	1
J	0	0	0	0	0	0	0	15	2	0	15	2
Total	**11**	**16**	**4**	**0**	**30**	**33**	**0**	**16**	**4**	**11**	**62**	**41**
		31			**63**			**20**			**114**	

En attendant, comme nous l'avons vu, la plupart des machines à commande numérique implantées dans l'industrie québécoise viennent de deux pays : les États-Unis et le Japon. Quant à la place respective de ces deux pays dans le marché, il semble qu'il y a eu un retournement de tendances au début des années 80. Jusqu'en 1979, l'ensemble des équipements vendus par les Japonais représentait exactement 8 % du parc total des MOCN, pendant que

les États-Unis occupaient la part du lion avec 84 %, du moins pour ce qui est des entreprises étudiées. Pour la période allant de 1980 à 1986, nous assistons à un retournement majeur. Les nouvelles machines acquises sont japonaises à 50 % et américaines à seulement 32,5 %. Seule la force affichée par le yen durant les deux dernières années semblait vouloir freiner la montée irrésistible des Japonais à l'assaut de ce marché. Ici encore la fiabilité et la performance de l'équipement japonais sont reconnues généralement partout.

3.3 Le coût des équipements

Les machines à commande numérique et les centres d'usinage sont des équipements assez coûteux dont la majorité se trouvent dans la fourchette des 200 000 $ - 400 000 $. Mais certains centres d'usinage modernes excèdent facilement le demi-million de dollars. Le record appartient à un monstre mécanique de 16 axes, pouvant utiliser 60 outils, mesurant 60 pieds de long, acheté en Italie en 1982 au coût de 2 millions et demi de dollars pour usiner les blocs-moteurs des locomotives diesel. Mais c'est bien entendu le cas exceptionnel. Pour donner une idée des prix, nous avons calculé le prix moyen des équipements achetés depuis 1983: il se monte à 270 000 dollars pour des MOCN de type CNC. Ajoutons que, contrairement aux prix d'autres produits d'innovation technologique, les prix ne montrent ici aucune tendance à la baisse; ils afficheraient plutôt une tendance contraire sous l'effet de l'évolution des taux de change.

CHAPITRE 4

Motifs et politiques d'acquisition des équipements, avantages et inconvénients expérimentés

À l'origine de la décision d'acquérir des MOCN, il y a toujours une motivation proprement économique, comme il fallait s'y attendre. Les raisons les plus souvent citées se ramènent à trois et elles sont interreliées dans la mesure où elles correspondent à trois aspects d'une même réalité.

— La raison la plus souvent citée, c'est la nécessité de *rester compétitif*. Cette exigence est d'autant plus omniprésente que ces entreprises, avons-nous vu, réalisent la plus grande part de leur chiffre d'affaires sur des marchés d'exportation qu'ils ont conquis à cause justement de la supériorité concurrentielle dont ils ont fait preuve et qu'ils entendent conserver.

— La deuxième raison est une raison de *rentabilité*. Cette rentabilité peut prendre divers noms: réduction des coûts, productivité, etc.

— La troisième raison a trait à l'*amélioration de la qualité* des produits. Les machines à commande numérique permettent de faire de meilleurs produits, de mieux satisfaire les exigences des clients. Mieux, elles permettent de faire des produits et des pièces complexes qu'il eût été impossible de faire autrement, de respecter des tolérances extrêmement fines.

Le lien d'interdépendance entre ces motivations est illustré par la considération suivante: la qualité des produits à des coûts abordables permet de trouver de nouveaux débouchés (rester compétitif) et donc d'assurer la rentabilité de l'entreprise.

— À ces trois raisons directement liées entre elles, il faut en ajouter une quatrième qui est la difficulté de trouver des machinistes qualifiés; ils sont, au dire de plusieurs dirigeants d'entreprises, de plus en plus rares. Nombreux sont ceux qui déplorent la disparition de la fierté et de l'esprit artisanal, du sens du travail bien fait. Tous déplorent que les nouveaux machinistes issus des écoles secondaires n'aient pas l'expertise professionnelle et le souci de perfection de leurs aînés. Dans ces conditions, les dirigeants d'entreprises trouvent dans les MOCN, qui effectuent elles-mêmes et de façon excellente l'usinage du métal sous la simple surveillance d'opérateurs non qualifiés, une excellente solution.

4.1 La participation des employés lors de l'acquisition d'équipements

Les politiques d'acquisition varient d'un *modèle autoritaire* à un *modèle participationniste* avec des nuances intermédiaires entre les deux extrêmes. Quatre entreprises déclarent consulter leurs employés lorsqu'il s'agit d'acquérir des MOCN. À partir de la décision de principe, on invite les employés à faire part de leurs suggestions. On leur donne de l'information (prospectus et catalogues), et ils sont invités à faire valoir leurs observations et leurs recommandations sur le type de machine dont ils estiment avoir besoin. Bien entendu, la décision finale revient toujours au cadre supérieur, mais la consultation est prise au sérieux et les employés sont mis dans le coup dès le début du processus. Citons ici le cas d'une entreprise qui est une fervente adepte de la consultation depuis qu'elle a fait l'expérience malheureuse d'acheter des machines sans consultation, lors d'une exposition, dans le but avoué d'écourter les

délais. Cela lui a causé toutes sortes d'ennuis. Par la suite, la consultation systématique a été instaurée —et cela a permis d'éviter beaucoup de problèmes. **En général, il s'écoule un an à un an et demi entre la décision de principe et la décision finale d'acquérir une machine spécifique à un coût déterminé.**

Le *modèle autoritaire* a été adopté par les six autres entreprises, dont quatre représentaient le groupe de 200 employés et moins. Dans ce modèle, la direction choisit les machines avec l'aide des ingénieurs et on informe ensuite les employés des décisions qui ont été prises. Dans certains cas, même les contremaîtres ne sont pas consultés. L'acquisition de ces machines est vue alors comme l'affaire exclusive de la haute direction.

Soulignons par ailleurs que la question de la participation sera discutée plus en détail dans la deuxième partie.

4.2 Avantages et inconvénients expérimentés

En général, les avantages expérimentés à l'usage des MOCN correspondent pas mal aux motifs qui ont amené les gestionnaires à s'équiper de machines à commande numérique. Les avantages nommés ne font qu'étayer les aspects spécifiques des principales anticipations, à savoir la possibilité d'être compétitif, la rentabilité et la qualité du produit. En ce sens, on peut dire que la MOCN a répondu très largement aux attentes des acquéreurs.

En ce qui concerne les inconvénients, le plus courant tourne autour de l'entretien que nécessite l'utilisation de ces machines complexes et sophistiquées. L'entretien est considéré comme coûteux, soit qu'on fasse appel aux services spécialisés externes, soit qu'on maintienne sur place une équipe qualifiée alliant les connaissances en mécanique, hydraulique et électronique. Cette récrimination est assez généralisée puisqu'elle est le fait de six entreprises sur dix. Relié au problème de l'entretien, l'autre inconvénient le plus souvent cité est la fragilité de ces machines qui nécessitent un traitement plus délicat que les machines traditionnelles.

CHAPITRE 5

Impact des MOCN et des CU sur l'emploi global

La question de l'impact des MOCN et des CU sur l'emploi est une question complexe et, pour bien la saisir, il importe de bien cerner les différents aspects avant d'en arriver à un facteur synthétique qui résume le solde net des effets parfois contradictoires sur le volume global de l'emploi.

5.1 Possibilités intrinsèques des MOCN et des CU

Le premier aspect à considérer, c'est celui des possibilités intrinsèques des MOCN et des CU. Ces derniers permettent de faire des travaux de meilleure qualité et à des coûts moindres que selon la filière traditionnelle. Ils permettent en plus d'exécuter des travaux impossibles à réaliser autrement, d'atteindre des degrés de tolérance inaccessibles autrement et, à cause de leur flexibilité, de rendre l'entreprise très performante dans les petites séries. On ne souligne jamais assez l'importance de ce caractère de flexibilité qui permet aux petites entreprises en particulier de produire sur commande de petites quantités de pièces de très grande qualité. Tous ces facteurs tendent à améliorer la compétitivité d'une entreprise et sont susceptibles de lui apporter de nouveaux marchés et donc d'agrandir finalement son volume d'emploi.

D'un autre côté, l'usage de la MOCN et du CU implique des gains substantiels de productivité en ce qui a trait au temps d'usinage. Quelques exemples tirés de nos entreprises peuvent illustrer cet aspect.

Premier exemple — L'usinage d'une pièce faisant partie de l'enveloppe d'un moteur d'avion, le « casing shroud », dure deux heures et demie sur un centre d'usinage. La programmation requise consomme quatre heures de temps. Si l'on utilise les machines traditionnelles, la fabrication de cette pièce nécessiterait cinq heures de temps d'usinage sur au moins six machines différentes.

Deuxième exemple — L'usinage d'un turbo-compresseur pour un moteur de locomotive diesel dure trois heures sur une aléseuse verticale et un centre d'usinage. Le temps requis pour la programmation est d'environ une semaine. Avec les machines traditionnelles, ce même travail aurait nécessité douze heures d'usinage sur une aléseuse verticale, une aléseuse horizontale et trois perceuses différentes.

Troisième exemple — La fabrication d'une pièce pour la commande électronique de carburant d'un moteur d'avion prend 22 heures et demie d'usinage plus deux heures et demie de montage. Le temps de programmation est estimé à pas moins de 1 000 heures, soit l'équivalent de six mois de travail. Selon la méthode traditionnelle, l'usinage de cette pièce aurait nécessité plus de 100 heures de travail ainsi que l'intervention de plusieurs machines-outils.

Notons que dans chacun des cas, la méthode traditionnelle, parce qu'elle nécessite l'utilisation d'un très grand nombre de machines, implique un temps de montage beaucoup plus considérable que dans le cas où l'on utilise la commande numérique. Donc, les machines à commande numérique permettent des gains considérables de productivité pouvant aller du double au quintuple, dans les domaines de l'usinage et de la mise au point des machines.

En contrepartie de ces gains de productivité, il faut, bien entendu, faire état de la programmation qui consomme du temps et des ressources, et qui implique l'apparition d'un

nouveau poste qualifié, celui de programmeur. Il faut préciser ici que les exemples que nous avons décrits plus haut relèvent de la programmation directe des MOCN, c'est-à-dire sans le secours de la conception assistée par ordinateur (CAO). Le recours à la CAO permet une programmation beaucoup plus rapide —ce qui occasionne une plus grande productivité. La fonction de programmation varie énormément d'une pièce à l'autre selon la complexité du travail à réaliser. À cet égard, les trois exemples précédents qui sont en ordre croissant de complexité illustrent très bien cet aspect avec une composante programmation qui passe de deux heures et demie, à une semaine, et à six mois. Certains programmes peuvent ne nécessiter que quelques minutes de préparation. C'est pourquoi il est très peu indiqué de parler d'un temps moyen de programmation. Évidemment la fonction de programmation s'amortit sur le grand nombre d'unités fabriquées, ce qui rend économique la fabrication d'une pièce —qui ne l'aurait pas été si elle avait été produite à un ou deux exemplaires. Par exemple, les 1 000 heures de programmation nécessitées par la pièce de commande électrique de carburant s'amortissent au rythme de 500 pièces par année. Au moment de notre passage, la compagnie en était à sa 1 500e pièce.

Il faut tenir compte également d'une autre caractéristique des MOCN. Étant donné que l'opération d'usinage se fait de façon automatique sous les instructions d'un programme, il est possible de mettre sous la surveillance d'un seul opérateur plus d'une machine. La grande majorité des entreprises visitées (huit sur dix) ont en effet retenu cette pratique. La plupart ont assigné deux machines à un opérateur. Deux entreprises, une grande et une petite, ont même porté le nombre de machines à trois sous la responsabilité d'une seule personne.

Mais quand on examine cet aspect et son impact éventuel sur l'emploi, il faut aussi se souvenir en même temps que l'usage de la machine à commande numérique incite fortement à l'augmentation des quarts de travail à cause, d'une part, du désir des industriels d'amortir le plus rapidement possible ces coûteuses machines et, d'autre part, à cause du caractère automatique de ces dernières permettant une exploitation ininterrompue. Là-dessus, nous avons trouvé que beaucoup d'entreprises fonctionnent avec un double régime de quarts de travail, selon qu'il s'agit de machines traditionnelles (un quart) ou de machines à commande numérique (deux quarts ou plus). Dans le cas de trois grandes entreprises, les MOCN et les centres d'usinage fonctionnaient sur trois quarts, 24 heures sur 24, cinq jours sur sept. Dans le cas d'une PME, ces trois quarts de travail étaient répartis sur les sept jours de la semaine.

5.2 Effets nets expérimentés par les entreprises dans les emplois reliés aux ateliers des machines-outils

On s'aperçoit donc que les caractéristiques des équipements considérés entraînent des effets complexes et contradictoires sur l'emploi. Les économies de main-d'œuvre directes peuvent être plus que compensées par l'élargissement des marchés; les gains de productivité réalisés au niveau de l'usinage ne vont pas sans l'inévitable contrepartie de la programmation, coûteuse en temps et en ressources humaines; l'effet de l'assignation de plusieurs machines à commande numérique à un seul opérateur peut être neutralisé par l'augmentation du nombre de quarts de travail, etc. **De sorte que le résultat final net sur l'emploi est le résultat d'une cascade d'effets partiels mettant en jeu une chaîne de facteurs et est susceptible de varier selon diverses formes d'organisation...**

Devant cette situation, et puisque nous étions à la recherche d'un facteur quantitatif pour évaluer l'impact de l'utilisation des commandes numériques et des CU sur l'emploi des entreprises, nous avons voulu approcher le problème par le biais de la substitution des nouveaux équipements aux anciens.

Une question à savoir si les MOCN avaient mis hors production des machines traditionnelles nous a amené des résultats ambivalents. Dans quatre cas, la réponse a été « oui » sans aucune hésitation. Dans les autres cas, la réponse a été « non » —précisément dans le sens où les MOCN sont venues s'ajouter aux machines existantes, à l'occasion d'une production

supplémentaire, par exemple, et que ces dernières continuaient toujours d'être employées de façon utile, ou alors elles demeuraient là en disponibilité pour être utilisées selon les besoins.

Dans le même ordre d'idée, comme solution de rechange à la question examinée plus haut, nous avions pris la précaution d'insérer une autre question dans laquelle nous demandions aux entreprises de faire une estimation du nombre de machines traditionnelles nécessaires hypothétiquement pour effectuer la même production, si elles n'avaient pas acquis les machines à commande numérique utilisées dans la réalité. Trois entreprises refusent de donner une quelconque estimation parce que, disent-elles, elles seraient tout simplement incapables de réaliser une grande partie du travail fait avec les MOCN si elles ne devaient utiliser que des machines traditionnelles, à cause de l'extrême complexité de ces travaux. Dans deux cas, le rapport estimé par les entreprises est d'une MOCN pour quatre machines classiques. Dans deux autres cas, le rapport est de un pour trois. Dans trois autres cas, le rapport est d'environ 1,5. En moyenne, cela donne un rapport d'une MOCN pour 2,6 machines classiques (MOC).

L'estimation de ce rapport de substitution entre équipements n'est pas suffisante pour évaluer les impacts sur l'emploi. Nous avons voulu la compléter en estimant un ratio emploi/MOCN et un ratio emploi/MOC tels qu'expérimentés par les entreprises que nous avons étudiées.

Il ressort du tableau 1.7 qu'une machine à commande numérique commande l'emploi de deux personnes en moyenne, alors que la machine traditionnelle implique l'utilisation d'un seul employé, compte tenu d'un nombre moyen de quarts de travail donné, différent par ailleurs, comme nous le savons, selon qu'il s'agit de MOCN (2,3 quarts) ou de MOC (1,8 quart). Il importe de souligner tout de suite que ce ratio d'emploi doit être pondéré par le rapport de substitution entre les équipements pour arriver à l'effet net sur l'emploi, comme nous le verrons juste un peu plus loin.

Tableau 1.7
RATIO D'EMPLOI PAR MACHINE À COMMANDE NUMÉRIQUE ET PAR MACHINE TRADITIONNELLE
(Ces ratios ne concernent pas l'emploi de toute l'entreprise, mais seulement l'emploi des ateliers de machines-outils)

Entreprise	Nombre de MOCN et de CU	Nombre de MOC	Nombre d'employés MOCN et CU	Nombre d'employés MOC	Emploi/ Nombre de MOCN et de CU	Emploi/ Nombre de MOC
A	13	25	20	30	1,54	1,20
B	19	74	38	70	2,00	0,95
C*	—	—	—	—	—	—
D	8	31	31	56	3,88	1,81
E	12	72	43	58	3,58	0,81
F**	—	—	—	—	—	—
G	15	13	22	14	1,47	1,08
H*	—	—	—	—	—	—
I	8	33	4	26	0,50	0,79
J	17	125	31	123	1,82	0,98
Total	**92**	**373**	**189**	**377**	**2,03**	**1,01**

— Données non disponibles
* Dans le cas des entreprises C et H, il n'y a pas de séparation entre les employés affectés aux MOCN et ceux affectés aux MOC. En principe, ils travaillent indifféremment sur les deux types d'équipements.
** Certaines données sont manquantes pour l'entreprise F.

Auparavant, il importe de remarquer la variabilité des ratios d'emploi d'une entreprise à l'autre, telle qu'elle ressort du tableau 1.7. Cela tient aux conditions particulières d'organisa-

tion qui prévalent dans telle ou telle entreprise: nombre variable de quarts de travail, entretien interne ou réalisé ailleurs, complexité technique variable des produits, etc. Notons également que les ratios d'emploi MOCN sont beaucoup plus élevés dans le cas des grandes entreprises. Cela tient à la complexité plus grande des travaux exécutés dans ces entreprises, qui nécessitent par exemple un nombre plus élevé de programmeurs, comme nous le verrons plus en détail par la suite. Essayons de résumer l'effet net sur l'emploi résultant de l'utilisation des MOCN et des CU, tel qu'on peut le mesurer dans des circonstances historiques données, et pour un échantillon donné de dix entreprises.

Rapport de substitution des équipements tel qu'évalué plus haut:

1 MOCN ou CU = 2,6 MOC
Nous savons que 1 MOCN génère 2,03 emplois;
d'autre part 1 MOC entraîne 1,01 emploi;
il s'ensuit que 2,6 MOC commandent 2,63 emplois (1,01 x 2,6).

La différence, 0,60 emploi (2,63-2,03), équivaut à la quantité d'emplois non créés lorsque, au lieu de recourir à 2,6 machines classiques, on fait l'installation d'une unité de machine à commande numérique, compte tenu du fait qu'on fera tourner la MOCN pour une moyenne de 2,3 quarts par jour, alors que la traditionnelle tournera sur une moyenne de 1,8.

On peut se demander pourquoi on n'a pas recours à la situation normalisée d'un quart de travail pour chacun des deux types d'équipements. Dans ce dernier cas, les moyennes d'emploi sont les suivantes:

MOCN (un quart) = 0,88 (2,03/2,3)
MOC (un quart) = 0,56 (1,01/1,8)

Dans ce cas, le différentiel d'emploi est:

(0,56 x 2,6) — (0,88) = 0,58

Nous avons voulu traiter la propension à tourner sur un nombre élevé de quarts de travail comme une caractéristique propre à la commande numérique et l'incorporer dans nos calculs. De toute façon, comme les calculs l'ont démontré, la différence est plutôt mince.

5.3 Impact des MOCN sur l'emploi total de l'atelier

Revenons à nouveau sur le différentiel d'emploi 0,60 pour éviter toute confusion sur sa signification. Chaque machine à commande numérique introduite dans l'entreprise a pour conséquence de réduire à long terme l'emploi direct de l'atelier de 0,60 unité par rapport au niveau qu'aurait nécessité l'utilisation de machines-outils traditionnelles, sous l'hypothèse que la substitution est possible dans tous les cas. Étant donné que l'inventaire dressé à l'été de 1986 avait comptabilisé un nombre de 874 MOCN et CU, comme nous l'avons vu plus haut, cela veut dire qu'à cette date, le nombre d'emplois a été réduit de 524 (874 x 0,60).

De façon hypothétique, on aurait pu calculer la réduction d'emploi que représenterait la substitution totale et complète des 45 000[1] machines-outils classiques par des machines à commande numérique dans les principaux secteurs utilisateurs, soit l'industrie du matériel de transport, l'industrie de la fabrication des produits métalliques, l'industrie de la machinerie et l'industrie des produits électriques et électroniques. Mais cet exercice demeurerait factice et pourrait être mal interprété.

Maintenant à quel pourcentage correspond ce coefficient de réduction de l'emploi directe? Il correspond à 23 %, soit 0,60/2,63. Ce qui veut dire que les machines-outils à commande numérique introduites dans un atelier utilisent un quart moins de travail que les machines traditionnelles qu'elles ont remplacées.

1. Estimation fournie par le ministère de l'Industrie et du Commerce, gouvernement du Québec.

Une étude française (Missika, 1981) a établi à 30 % la réduction de main-d'œuvre directe amenée par les machines à commande numérique. En comparaison, notre estimation apparaît modérée, mais il faut bien dire qu'elle est tributaire de la combinaison de MOCN et de CU utilisée à un moment donné. À ce sujet, il faut noter que le parc canadien des MOCN est caractérisé par des machines avec un nombre moyen d'axes relativement peu élevé (environ 2,5) en comparaison avec le parc français. Or plus le nombre d'axes est élevé, plus la flexibilité et les possibilités de la machine sont grandes, moins nombreuses sont les mises au point et plus grande est la productivité. Il est probable que l'ensemble des machines à commande numérique françaises ait en moyenne un nombre d'axes plus élevé. Il s'ensuivrait donc une productivité plus grande et un pourcentage plus élevé de réduction de main-d'œuvre.

Enfin, on ne saurait terminer cette section sans mettre dans un contexte plus large la simple constatation d'une réduction immédiate de main-d'œuvre dans les ateliers concernés. Comme on pouvait s'y attendre, cette destruction virtuelle d'emploi a été bien souvent la cause de la protection de beaucoup d'autres emplois et de la création de nombreux autres par le biais de la préservation, ou de la conquête de nouveaux marchés. C'est d'ailleurs pourquoi la volonté de demeurer concurrentielles est le principal motif qui incite les entreprises à s'équiper de MOCN et de centres d'usinage, comme nous l'avons vu.

5.4 Impact sur la structure de l'emploi

Il importe maintenant de ventiler le ratio global d'emploi sur les MOCN auquel nous sommes parvenus et spécifiquement d'isoler les parts respectives des trois fonctions principales pertinentes à l'utilisation des machines à commande numérique et aux centres d'usinage, soit l'opération, la programmation et l'entretien. Les différents ratios sont obtenus en divisant le nombre d'employés dans une fonction donnée par le nombre de machines à commande numérique.

Tableau 1.8
RATIO D'EMPLOI PAR MACHINE À COMMANDE NUMÉRIQUE SELON LES DIFFÉRENTES FONCTIONS

Entreprise	Opérateur	Programmeur	Spécialiste de l'entretien	Autre employé
A	0,92	0,15	0,15	0,31
B	1,32	0,16	0,16	0,37
C	—	—	—	—
D	2,0	1,25	0,37	0,25
E	1,5	0,41	0,41	1,25
F	—	—	—	—
G	1,2	0,13	—	0,13
H	—	—	—	—
I	0,37	0,12	—	—
J	1,53	0,29	—	—
Ratio moyen	**1,32**	**0,30**	**0,14* (0,25)***	**0,28**

— Données non disponibles

* 0,14 pour le total de dix entreprises incluant celles qui font l'entretien à l'extérieur.
Quand on considère les quatre entreprises qui ont une équipe interne d'entretien, cela donne 0,25.

Le tableau 1.8 nous indique que le nombre global d'emplois de 2,03 nécessité par l'utilisation d'une commande numérique ou d'un centre d'usinage se ventile de la façon suivante: 1,32 opérateur, 0,30 programmeur, 0,14 spécialiste de l'entretien et 0,28 autre. Cette dernière catégorie inclut des fonctions comme celles de contremaître ou de vérificateur outilleur. Si le coefficient de spécialiste de l'entretien est si bas, cela tient au fait que plusieurs entreprises, comme nous le verrons plus loin, s'en remettent à des services externes pour l'entretien de leurs machines. Dans ce dernier cas, il y a « externalisation » d'une partie des emplois induits par l'implantation des machines à commande numérique. C'est que le facteur global d'emplois (2,03) serait plus élevé si l'ensemble des entreprises effectuait à l'interne l'entretien de ses MOCN. En l'absence de cette externalisation, le coefficient des spécialistes d'entretien par MOCN se rapprocherait davantage de 0,25. (tableau 1.8).

Il faut rappeler aussi que ces résultats sont tributaires d'une moyenne de 2,3 quarts de travail. Cela veut dire par exemple que, rapporté sur un quart de travail, le nombre d'opérateurs requis est de 0,57 (1,32/2,3), ce qui est cohérent avec la situation rapportée par les entreprises, à savoir qu'un opérateur, ordinairement, a plus d'une MOCN sous sa responsabilité.

Également, il faut remarquer le haut coefficient accolé à la fonction de programmeur de l'entreprise D. Il est dû à la haute technicité et à la complexité des produits développés par cette entreprise et cela souligne en même temps, d'un point de vue général, la dépendance de ce coefficient envers le facteur technique.

En somme et pour résumer, l'utilisation des machines à commande numérique comme substituts aux machines-outils classiques a un effet de réduction de 23 % de l'emploi direct total de l'atelier, tel qu'on a pu l'estimer à partir de l'expérience de dix entreprises. Cependant, nous devons faire preuve de prudence et de nuance dans l'interprétation de ce pourcentage.

— D'une part, ce pourcentage ignore la contribution à l'emploi de la fonction entretien de la part des entreprises qui la sous-traitent à l'extérieur. Ajoutons aussi que cette donnée ignore les effets externes d'emplois dans le domaine de la consultation, de la formation, etc., qui sont des activités induites.

— D'autre part, ce pourcentage de réduction est calculé dans l'hypothèse de la parfaite substitution des machines-outils traditionnelles aux MOCN. Or c'est loin d'être toujours vrai. Comme trois de nos entreprises l'ont souligné avec force (voir section 5.2), certains travaux ne sont tout simplement pas réalisables par les procédés traditionnels. Lorsqu'une entreprise obtient de tels contrats et que pour les réaliser, elle se trouve obligée d'acquérir des machines-outils à commande numérique, il faut parler dans ce cas d'addition nette d'emplois qui n'auraient pas existé autrement.

— Enfin et de façon plus générale, la modernisation des équipements peut être la seule voie pour sauvegarder les marchés existants et en conquérir de nouveaux. C'est pourquoi, comme nous l'avons déjà souligné, le facteur concurrentiel est prépondérant dans la décision d'acquérir des machines à commande numérique. Donc pour sauvegarder les emplois existants, et en créer de nouveaux, il est souvent nécessaire d'avoir recours à des équipements plus performants, plus productifs, en utilisant le travail en quantité relativement moindre.

À cet égard, il est important de rappeler qu'une enquête récente du Conseil économique du Canada a abouti à la conclusion que les entreprises en avance au point de vue technologique avaient connu une croissance d'emploi supérieure à leurs homologues plus traditionnels (Conseil économique du Canada, 1987). Dans notre étude, on peut citer, entre autres, le cas de l'entreprise J, celle-là même que nous avons déjà décrite comme étant engagée dans une véritable course à la productivité; cette entreprise a triplé le nombre de ses employés en l'espace de sept ans, passant de 50 employés en 1979 à 150 en 1986.

CHAPITRE 6

Mécanismes par lesquels se fait l'ajustement de l'emploi et de la main-d'œuvre

L'introduction des machines à commande numérique et des centres d'usinage dans un atelier a donc des impacts importants sur la structure professionnelle de la main-d'œuvre. Certaines professions deviennent en surnombre (machinistes), d'autres spécialités sont rendues nécessaires (programmeurs, spécialistes de l'entretien), de nouvelles aptitudes sont sollicitées de la part des travailleurs. Comment, concrètement, une organisation fait-elle face au cours des années à une telle situation? Nous l'avons demandé à chacune des entreprises étudiées en prenant en considération chacun des principaux mécanismes d'ajustement. Les résultats sont résumés au tableau 1.9.

1 — D'abord le cas extrême du **licenciement ou de la mise à pied**. Deux entreprises seulement sur dix avouent avoir eu recours à cette mesure, l'une de façon très marginale et accessoire, l'autre de façon significative et systématique. Cette dernière entreprise applique de façon mécanique le schéma traditionnel pour résoudre les problèmes amenés par les changements technologiques. Les nouvelles machines sont offertes d'abord aux plus anciens de l'atelier (application de la clause d'ancienneté) qui acceptent dans une proportion de 50 %, car en général les MOCN ne sont pas très populaires auprès des machinistes âgés. L'autre moitié optent de rester machinistes sur les traditionnelles et refoulent ainsi les plus jeunes, qui sont mis à pied. Faut-il remarquer que ces jeunes sont justement ceux qui s'adaptent le plus facilement aux innovations en général et spécifiquement aux machines à commande numérique!

2 — **Les départs volontaires**. Cinq entreprises admettent avoir connu des départs volontaires causés plus ou moins directement par l'introduction des nouvelles machines. Ces départs volontaires qui concernent surtout les machinistes traditionnels ont été le fait surtout de trois petites entreprises et ont impliqué un total de 25 ouvriers pour deux d'entre elles au cours des dernières années. Dans ces deux derniers cas, un salaire plus élevé et de meilleures conditions de travail offertes par les grandes entreprises chez qui ils sont allés s'embaucher ont représenté la motivation essentielle pour ce changement d'employeur.

TABLEAU 1.9
MESURES PRISES PAR LES ENTREPRISES POUR S'AJUSTER AUX CHANGEMENTS AMENÉS PAR L'IMPLANTATION DES MOCN ET DES CU

Mesures d'adaptation	Nombre d'entreprises	Nombre d'employés
1 — Licenciement	2	non précisé
2 — Départ volontaire	5	non précisé
3 — Réaffectation	3	non précisé mais peu nombreux
4 — Retraite anticipée	1	4
5 — Recyclage	10	103*
6 — Recrutement externe	10	59*

* Rappelons que le nombre d'employés, toutes catégories confondues (opérateurs, programmeurs, spécialistes de l'entretien, etc.), affectés aux MOCN est de 187 pour l'ensemble des dix entreprises.

3 — **La réaffectation** d'ouvriers menacés de perdre leur emploi dans d'autres tâches ou d'autres sections de l'usine a été le fait de trois grandes entreprises[1] et a concerné un petit nombre de personnes. La réaffectation ne semble pas être très coutumière dans les petites entreprises sans doute à cause de la taille réduite de leur organisation.

4 — **La retraite anticipée** comme moyen d'adaptation a été utilisée par une seule des dix entreprises et a concerné quatre travailleurs travaillant dans une grande entreprise.

5 — **Le recyclage** a été utilisé par toutes les entreprises, notamment pour former, du moins en partie, les opérateurs et les programmeurs requis pour l'utilisation des machines à commande numérique et des centres d'usinage. Nous aurons l'occasion de revenir plus particulièrement sur cet aspect.

6 — Finalement, l'entreprise a eu recours au **recrutement externe** pour compléter son personnel :
— presque toujours dans le cas des opérateurs (neuf cas sur dix);
— occasionnellement dans le cas des programmeurs (quatre cas sur dix) et des électroniciens d'entretien (trois cas sur dix).

Cent trois des emplois concernés (64 %) ont bénéficié de recyclage, alors que le reste (36 %) provient du recrutement externe.

Le recyclage et le recrutement externe apparaissent donc comme les principaux mécanismes de dotation utilisés pour combler les nouveaux postes découlant de la venue de machines à commande numérique. Le tableau 1.10 résume la situation pour quelques professions importantes.

Tableau 1.10
MOYENS DE DOTATION UTILISÉS POUR COMBLER LES POSTES NÉCESSITÉS PAR L'UTILISATION DES MOCN (PAR PROFESSION IMPORTANTE)

	Recyclage	Recrutement externe	Total
Opérateurs	73	48	121
Programmeurs	21	7	28
Mécaniciens (entretien)	6	0	6
Techniciens en électronique	3	4	7
Total	**103 (64 %)**	**59 (36 %)**	**162* (100 %)**

* Ce nombre diffère du total de 187 employés affectés aux MOCN parce que les moyens de dotation n'ont pas été précisés pour un certain nombre d'employés.

Donc, l'introduction des MOCN et des CU ne cause pas de bouleversements dramatiques dans la main-d'œuvre en place et ne donne pas lieu à des mesures spectaculaires. Les mécanismes les plus contraignants, le licenciement ou même la retraite anticipée, sont plutôt l'exception. Le départ volontaire, qui est plus courant, peut être vu comme un mécanisme radical, mais il demeure une mesure indirecte même si des employés peuvent être mis face à des situations où ils n'ont pas le choix. En général, l'essentiel de l'ajustement se fait par des mesures douces, telles que le recrutement externe et surtout le recyclage des employés en place. La formation joue ici un rôle analogue à celui que nous avons déjà constaté dans le cas de la conception assistée par ordinateurs (CAO) (Laroche, 1986).

1. La réaffectation telle qu'employée ici ne comprend pas le cas des machinistes traditionnels recyclés en opérateurs de MOCN.

CHAPITRE 7

Impact des MOCN et des CU sur les professions

L'analyse quantitative des conséquences sur l'emploi n'est pas suffisante en soi. Il faut la prolonger et la compléter par une analyse des impacts sur les aspects professionnels. Nous la ferons à travers la considération des trois fonctions principales qu'implique l'utilisation d'une machine à commande numérique ou d'un centre d'usinage.

7.1 Le fonctionnement de la machine

La fonction — Elle est remplie par un opérateur dont le rôle consiste au minimum à nettoyer, charger, mettre en marche la machine et surveiller le déroulement de ses opérations. Généralement, une cellule de commande numérique est encadrée par un chef de groupe ou un homme clé, machiniste d'expérience, qui assure la mise au point des machines en plus des tâches de superviseur. Par ailleurs, selon que l'opérateur intervient pour programmer ou modifier la programmation de la machine ou, qu'au contraire, son rôle se limite strictement à la surveillance de la machine, sans intervention directe, cela donne lieu à des profils de postes différents ayant des implications différentes. Nous les avons identifiés, selon le cas, comme des **opérateurs intervenants** ou comme des **opérateurs surveillants**.

Il semble qu'au Québec, le profil dominant soit nettement celui de l'opérateur surveillant. Les fonctions de programmation (conception) sont, dans la majorité des cas, nettement séparées des fonctions d'opération. Dans un certain nombre de cas, la possibilité de modifier le programme est accordée aux chefs de groupe ou aux machinistes, parfois avec la permission préalable du programmeur, mais jamais aux simples opérateurs. Nous avons trouvé cependant le cas exceptionnel d'une entreprise (entreprise C) où tous les opérateurs sont en même temps des machinistes d'expérience qui participent étroitement à la programmation (avec l'aide d'un programmeur attitré) en plus d'avoir toute latitude de modifier au besoin le programme qu'ils ont contribué à mettre au point. Il faut dire que ces employés ont bénéficié d'un programme de recyclage particulièrement intense au cours duquel ils ont appris expressément la programmation de commandes numériques.

Le recrutement — Bien entendu, le recrutement est d'abord interne et exige la conversion de machinistes traditionnels, parmi les plus jeunes, en opérateurs spécialisés de machines automatiques. Mais on arrive rarement à combler uniquement à l'interne tous les besoins, parce qu'en général, les machinistes traditionnels, surtout les plus âgés, éprouvent une certaine réticence, sinon de la répugnance, à laisser de côté leur savoir-faire acquis au prix d'années d'expérience pour se convertir en surveillants de machines, ce qui est vécu comme une déqualification professionnelle. Ce problème disparaît lorsque, comme nous l'avons rencontré dans le cas d'une grande entreprise, les nouveaux venus sur les MOCN étaient déjà au préalable des opérateurs spécialisés de machines traditionnelles et non pas de « vrais » machinistes. Dans le cas de cette entreprise, le recrutement interne a pu combler tous les besoins sans difficulté, au fur et à mesure qu'entraient les MOCN et les CU. Dans le cas d'une petite entreprise, la moitié des besoins en opérateurs ont été comblés en entraînant des ouvriers non qualifiés, complètement extérieurs aux machines-outils.

Pour compléter le recrutement interne, on a presque toujours recours au recrutement externe (pour environ 40 % des besoins au total) d'opérateurs ayant déjà de l'expérience, ou de jeunes finissants de l'école des métiers ou du secondaire professionnel. Dans au moins un cas (entreprise A), l'ensemble des opérateurs étaient des jeunes finissants ayant un DEC en fabrication mécanique.

La formation — La formation est dispensée par le chef de groupe et varie de deux semaines à plein temps à trois mois à temps partiel. Quelques entreprises envoient leurs opérateurs en stage chez le vendeur pour une durée de deux semaines environ.

7.2 La programmation des machines à commande numérique

La fonction — La programmation est une fonction bien identifiée dans une unité de commande numérique. Elle est réalisée presque toujours par des programmeurs qui, sauf exception, ne font que cela. Ce n'est donc pas une fonction diffuse dans le corps des machinistes, elle est réservée exclusivement à des spécialistes. D'ailleurs cette fonction se situe presque toujours au département des méthodes (ou à l'ingénierie de fabrication comme on l'appelle parfois). Seulement dans deux cas sur dix, nous avons pu constater que la programmation se faisait dans l'atelier. Dans ces deux cas qui concernent des petites entreprises, les programmeurs avaient d'ailleurs au surplus des tâches de supervision à remplir; ils agissaient comme chef d'équipe (économie de coûts).

Le recrutement — La règle dominante est que les programmeurs sont d'anciens machinistes à l'emploi de l'entreprise et recyclés pour faire office de programmeurs. Leur expérience de machiniste constitue d'ailleurs un excellent préalable et permet d'en faire de très bons programmeurs. Trois grandes entreprises ont recruté partiellement leurs programmeurs à l'extérieur tandis qu'une petite entreprise y a engagé ses deux spécialistes dans le domaine. Le recrutement externe concerne presque toujours des programmeurs chevronnés ayant plusieurs années d'expérience et qui forment le noyau autour duquel se développe la fonction de programmation de l'entreprise. Les programmeurs de MOCN d'expérience sont peu nombreux et constituent un marché très compétitif, étant donné les besoins et le potentiel de l'industrie. L'ensemble des programmeurs recrutés à l'extérieur sont au nombre de neuf sur un total de 36 programmeurs.

La formation — La formation donnée aux anciens machinistes pour les convertir en programmeurs varie beaucoup d'une entreprise à l'autre, aussi bien par le type de formation que par la quantité. Le stage d'une ou de deux semaines chez le vendeur est encore largement pratiqué.

En plus des cours dans un établissement d'enseignement (au cégep généralement) qui sont payés aux apprentis programmeurs, les grandes entreprises recourent généralement à un important programme de formation interne dispensé par les ressources propres de la compagnie. Le cas le plus ambitieux est celui de cette grande compagnie qui dispense un programme de 200 heures de formation sur les langages de programmation à tous ses nouveaux programmeurs. Les petites entreprises, en général, n'ont pas les moyens de mettre sur pied de telles structures de formation. Elles comptent davantage sur la formation dite sur le tas, ou l'autoformation. Cette étape vient d'ailleurs compléter la formation théorique dispensée dans le cas des grandes entreprises.

7.3 L'entretien des MOCN

Au chapitre de l'entretien, il faut distinguer nettement entre les grandes entreprises de plus de 500 employés et les PME.

Le cas des grandes entreprises — Toutes les grandes entreprises que nous avons étudiées maintiennent à leurs frais une équipe d'entretien qui s'occupe de la maintenance et de la réparation des MOCN et des CU. Les quatre entreprises pour lesquelles nous avons des données complètes ont ensemble 13 employés affectés exclusivement à l'entretien des MOCN (non compris les contremaîtres à l'entretien). Ces employés d'entretien sont répartis en deux grandes catégories: les mécaniciens d'entretien, au nombre de six, et les électroniciens ou techniciens en électronique au nombre de sept. Règle générale, les entreprises ont

tendance à maintenir des unités séparées pour l'entretien des MOCN et des machines traditionnelles (parmi nos cinq grandes entreprises, une seule maintenait une équipe unique d'entretien pour les deux types de machines). Les mécaniciens venaient tous de l'interne et bénéficiaient d'un recyclage approprié, tandis que quatre des électroniciens étaient recrutés à l'extérieur. Une partie essentielle de la formation de ces employés consistait en un stage de durée variable de deux semaines à un mois chez le fabricant de la machine.

Le cas des petites entreprises — Pour ce qui est des petites et moyennes entreprises, la pratique la plus répandue est que l'entretien soit donné à contrat à l'extérieur ou soit effectué sur appel au besoin. Les équipes de travail s'occupent de l'entretien léger (nettoyage, maintenance routinière), réservant les réparations importantes pour les équipes spécialisées de l'extérieur. Les petites entreprises sont attirées par cette formule parce que, entre autres, elle est plus économique; elle permet d'éviter les frais fixes entraînés par le maintien d'une équipe d'entretien permanente. Parmi les cinq entreprises de ce groupe, une seule maintient une équipe, minimale d'entretien. Mais on doit insister sur la caractéristique minimale, car cette équipe, composée d'un électronicien et de deux mécaniciens de maintenance, a la charge non seulement des 17 MOCN et CU mais aussi du parc des machines traditionnelles au nombre de 125 au moment de notre passage. C'est que nous sommes en présence d'un cas limite d'une organisation en recherche de productivité maximale. Si cela est possible, c'est à cause d'une organisation particulière des tâches qui fait que non seulement l'opérateur de la MOCN surveille, contrôle et fait l'entretien courant de sa machine, mais qu'il a aussi la responsabilité de faire lui-même les réparations nécessaires lorsqu'elles ne sont pas majeures. Les opérateurs sont entraînés en vue d'une telle prestation. C'est seulement lorsque les réparations sont dites majeures que la direction fait appel à l'équipe de dépannage.

CHAPITRE 8

Évolution prévisible de la situation des MOCN et de ses effets sur l'emploi pour les dix prochaines années

Presque toutes les entreprises (huit sur dix) que nous avons étudiées estimaient devoir acquérir dans les cinq prochaines années de nouvelles machines à commande numérique ou de nouveaux centres d'usinage. Elles estimaient avoir pris un virage majeur qui ne devait que s'accentuer dans l'avenir. Certaines d'entre elles avaient des projets très précis et pouvaient dès maintenant chiffrer leurs acquisitions futures pour les cinq prochaines années. Cela varie de quelques unités à plus d'une dizaine. Les perspectives les plus spectaculaires viennent de la moyenne entreprise J, celle qui a déjà l'un des parcs d'équipements automatisés les plus imposants; cette entreprise projette d'acquérir 20 autres machines à commande numérique et centres d'usinage dans les cinq prochaines années. C'est cette même entreprise qui veut construire ici même dans l'avenir ses propres machines à commande numérique. Acquérir des machines à commande numérique ne signifie pas qu'on renonce à acheter de nouvelles machines traditionnelles qui continuent d'être nécessaires pour certains types de travaux. C'est le cas de cinq entreprises (parmi les huit mentionnées précédemment) qui prévoient acquérir, en plus des MOCN, plusieurs unités de machines-outils traditionnelles. Les entreprises déjà engagées dans l'utilisation de la commande numérique ont donc l'intention bien arrêtée de s'y engager davantage.

Quelle sera la trajectoire de la pénétration des machines-outils à commande numérique dans l'industrie globale d'ici à 1996? C'est la question à laquelle nous tenterons de répondre dans les paragraphes qui suivent.

Quand on examine la vitesse de diffusion d'une innovation technologique, il y a un premier paramètre clé à considérer, soit le coût de ces technologies. Ce paramètre lui-même peut être considéré sous deux aspects. D'une part, les études ont démontré qu'il y avait une corrélation inverse entre la vitesse de diffusion et le coût de ces technologies.

On peut citer, sous ce rapport, l'étude de Mansfield (1961) qui, au début des années 60, a mené une étude sur 12 innovations majeures couvrant quatre grandes industries sur une période allant de la fin du XIX^{e} siècle à la fin de la Deuxième Guerre mondiale et qui, entre autres conclusions, a confirmé cette hypothèse. De ce point de vue, la machine à commande numérique évaluée à un coût moyen de 300 000 dollars US est considérée, et spécifiquement par une PME, comme une pièce d'équipement coûteuse dont elle est préoccupée d'assurer la rentabilité.

D'autre part, et c'est le deuxième aspect du facteur coût, il n'y a aucune indication tendant à faire croire à une diminution significative des coûts avec les années. De ce point de vue, nous nous trouvons dans une situation tout à fait contraire à celle régissant les systèmes de conception assistée par ordinateur qui ont connu des réductions spectaculaires de prix et qui ont contribué, par exemple, à ce que se répande l'usage du micro-ordinateur. Dans le cas des machines à commande numérique, les prix se maintiennent fermes et le niveau des taux de change du dollar canadien par rapport au dollar américain et au yen ajoute une pression de plus au facteur coût. L'évolution du coût ne semble donc pas devoir être comptée comme facteur positif de la diffusion des machines à commande numérique pour les dix prochaines années.

Un autre facteur important à considérer, c'est l'évolution de l'activité économique qui joue un rôle capital dans les dépenses d'investissement. Une croissance économique soutenue et régulière, qui se traduit par une augmentation constante des ventes ou des

commandes, induit des dépenses de cet ordre. Les entreprises sont, bien entendu, extrêmement conscientes de ce facteur. De ce point de vue, nous pensons que la croissance économique que nous connaissons depuis cinq ans se maintiendra vigoureuse jusqu'en 1995, exception faite d'un ralentissement prononcé autour de 1990.

Dans ces conditions, nous avons examiné deux hypothèses parmi les différentes possibilités:

1) une hypothèse moyenne qui stipule que la machine à commande numérique continuera de croître au même rythme que durant les dix dernières années, soit au taux de croissance annuel de 15,7 %;

2) une hypothèse optimiste qui postule un taux de croissance supérieur, soit de l'ordre de 20 % (voir tableau 1.11).

Tableau 1.11
SCÉNARIO DE CROISSANCE DES MOCN

	Période 1974-1985	**Hypothèse moyenne 1986-1996**	**Hypothèse optimiste 1986-1996**
Taux de croissance	15,7 %	15,7 %	20 %
Nombre de MOCN et de CU	806	4 008	6 000

Nous n'avons pas envisagé d'hypothèse pessimiste (taux de croissance inférieur à 15 %) pour trois raisons principales.

1— Il est fort peu probable que l'économie connaisse une récession aussi sévère que celle des années 1982-1983. Le ralentissement anticipé au tournant de 1990 sera beaucoup moins important.

2— Nous sommes entrés depuis cette récente crise dans une conjoncture plutôt favorable au développement des entreprises et à l'accroissement de la productivité. Les entreprises sont de plus en plus sensibilisées aux possibilités offertes par les nouvelles technologies, et bénéficient d'un regain de dynamisme dans le milieu de l'entrepreneurship québécois. À tous ces égards, la crise de 1982-1983 a marqué une rupture dont on n'a pas fini de mesurer les conséquences. D'autre part, certaines initiatives ou mesures gouvernementales ne peuvent avoir que des conséquences heureuses à long terme. Parmi ces dernières, il faut donner une place spéciale au CQIP (Centre québécois pour l'informatisation de la production) qui, à travers son réseau régional de laboratoires, poursuit un travail très utile de promotion et de motivation auprès des PME. Il faut ajouter également les mesures fiscales comme l'amortissement accéléré des dépenses pour les nouveaux équipements, le régime d'épargne-actions (REA) qui, en facilitant l'accès au capital de risque, permet à un grand nombre de petites entreprises de se moderniser.

3— L'industrie québécoise, comme d'ailleurs l'industrie canadienne en général, fait face depuis des années à une pénurie de machinistes compétents et qualifiés. Traditionnellement, elle comptait sur l'immigration pour s'approvisionner en compétences dans ce domaine, mais cette source elle-même commence à se tarir (Ontario Ministry of Industry, 1985). C'est une incitation de plus pour l'entreprise à se tourner vers des machines à commande numérique auxquelles il est possible d'adjoindre des opérateurs surveillants avec un minimum de formation. C'est ainsi que nous avons signalé le cas de certaines entreprises qui ont recruté, sur le marché externe, de jeunes ouvriers sans aucune expérience sur les machines-outils pour en faire des opérateurs.

Tout compte fait, l'hypothèse que nous retenons comme la plus probable est celle qui est qualifiée d'optimiste.

Quant à l'effet anticipé sur l'emploi pour la période 1986-1996, les facteurs calculés au chapitre 5 nous permettent de la projeter. Le coefficient de réduction de l'emploi 0,60 obtenu doit cependant être amendé, selon nous, quand on considère les dix prochaines années. La raison est d'ordre purement technologique. D'une part, le niveau de performance technique, et en particulier le nombre moyen d'axes des machines à commande numérique utilisé dans l'industrie québécoise, devrait sensiblement s'améliorer dans l'avenir. D'autre part, presque tous les équipements produits à l'heure actuelle sont de type DNC et les entreprises ont manifesté leur désir de s'équiper de ce type de contrôle qui améliore encore les gains de productivité.

Pour ces raisons, nous pensons que le coefficient de réduction d'emploi par unité de commande numérique se rapprocherait davantage en moyenne du niveau de 0,70 pour les emplois directement concernés. Notons que ce coefficient équivaut à un pourcentage de réduction de 27 % environ (0,70/2,63).

Les réductions d'emploi seraient de l'ordre de 2 805 ou de 4 200 pour les quatre principaux secteurs utilisateurs de MOCN (matériel de transport, fabrication de produits métalliques, industrie de la machinerie, industrie de produits électriques et électroniques) selon qu'on privilégie l'hypothèse moyenne ou l'hypothèse optimiste de pénétration des MOCN.

Tableau 1.12
EFFET ANTICIPÉ DES MOCN ET DES CU SUR L'EMPLOI
PÉRIODE 1986-1996

	Hypothèse moyenne	Hypothèse optimiste
Nombre estime de MOCN et de CU	4 008	6 000
Coefficient de réduction d'emploi	0,70	0,70
Réduction directe d'emploi	2 805	4 200

Les mises en garde et les limites que nous avons fait valoir au chapitre 5, quant à l'interprétation de ces données sur la réduction d'emploi, continuent de valoir plus que jamais.

Il n'est peut-être pas superflu de rappeler quelques éléments.

1 — La réduction d'emploi concerne les emplois directs de l'atelier. Elle ne tient pas compte des emplois indirects issus du développement de logiciels, du service après vente, des services de consultants, etc.

2 — Les facteurs de réduction d'emploi sont calculés dans l'hypothèse de la parfaite interchangeabilité des équipements traditionnels et modernes. Or nous savons que beaucoup de travaux effectués par les MOCN ne sont pas réalisables par les MOC. Dans ces cas, il s'agit d'ajout net à l'emploi.

3 — L'utilisation d'équipements ayant un pouvoir accru de substitution de la main-d'œuvre peut être la seule voie possible pour sauvegarder les emplois existants, étant donné l'exigeante réalité de la concurrence. Dans la mesure où, grâce à leur efficacité, de nouveaux marchés peuvent être conquis, ils permettent éventuellement de développer l'emploi.

Donc, il y a un côté quelque peu théorique à la notion de réduction d'emploi par suite de l'introduction des MOCN qu'il faut garder à l'esprit. En même temps, toutes les raisons que nous avons évoquées nous invitent à une perception plutôt positive du phénomène de l'automatisation en ce qui a trait à ses effets sur les emplois.

Conclusion

Au terme de notre étude, il convient de revenir sur les grands objectifs qui ont orienté notre travail et sur les principales conclusions.

Tout d'abord, en ce qui a trait aux effets sur l'emploi, nous avons établi que l'introduction d'une machine à commande numérique résultait en moyenne en un taux d'économie de main-d'œuvre de 0,60 unité par unité d'équipement —lorsque ces équipements plus perfectionnés viennent se substituer aux machines-outils traditionnelles. Ce coefficient d'économie de main-d'œuvre équivaut à un pourcentage de 23 % de la main-d'œuvre directe (opérateurs, programmeurs, vérificateurs, spécialistes de l'entretien). Pour le parc actuel de machines à commande numérique estimé à environ 900 à l'été 1986, cela s'est traduit par une économie de 524 emplois. S'agissant de l'avenir, nous avons estimé que le taux d'économie de main-d'œuvre devait être porté à 0,70, en raison de l'adoption anticipée d'équipements plus perfectionnés par l'industrie québécoise. Par ailleurs, pour la période 1986-1996, nous avons arrêté notre choix sur une hypothèse optimiste de progression de la machine à commande numérique de 20 % par année, ce qui nous donne un parc d'environ 6 000 machines à commande numérique à l'horizon de 1996. Dans cette hypothèse, les économies de main-d'œuvre se chiffreraient alors à 4 200.

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence pour différentes raisons. D'une part, ils sont basés sur l'hypothèse de la parfaite substituabilité des machines-outils traditionnelles et des machines-outils à commande numérique. Or nous savons que beaucoup de travaux ne sont tout simplement pas réalisables par les procédés traditionnels. Lorsqu'une entreprise obtient de tels contrats et que pour les réaliser elle est obligée d'acquérir des machines-outils à commande numérique, il faut parler d'addition nette d'emplois qui n'auraient pas existé autrement.

D'autre part, ce facteur d'économie de main-d'œuvre pour l'entreprise ne tient pas compte des effets indirects de création d'emploi situés ailleurs dans l'économie (développement de logiciels, service après vente, service de consultation, etc.).

Enfin, ces résultats doivent toujours être placés dans le contexte de la dynamique concurrentielle des entreprises pour lesquelles le changement technologique est vu comme un facteur essentiel dans la stratégie globale de sauvegarde et d'élargissement des marchés. À ce sujet, il faut rappeler que la première raison que les entreprises donnent pour justifier l'acquisition des machines à commande numérique, c'est l'exigence de rester compétitif, d'autant plus que ces entreprises, à une exception près, réalisent la majorité de leurs ventes sur les marchés étrangers. Dans ces conditions, pour conserver les emplois existants et en créer de nouveaux, il est souvent nécessaire d'acquérir des équipements plus performants qui utilisent la main-d'œuvre en quantité relativement moindre par rapport à ceux qu'ils remplacent.

Plus important encore que l'effet de réduction nette d'emploi est le processus de création, en plus du poste d'opérateur, de postes entièrement nouveaux sur le plan de la programmation et de l'entretien des machines. Ces postes ont un niveau de qualification relativement élevé (technicien en électronique, mécanicien en entretien...). Les programmeurs sont d'autant plus nombreux dans la structure d'emploi que le niveau technique des travaux accomplis par l'entreprise est élevé. Les spécialistes de l'entretien se retrouvent surtout dans la grande entreprise, alors que la petite entreprise sous-traite à l'extérieur son problème

d'entretien. Quant au poste d'opérateur de MOCN, il offre la particularité de proposer deux profils assez nettement différents: 1) un profil plutôt spécialisé à dominance passive, qualifié d'opérateur surveillant; 2) un autre profil, plus enrichissant, où l'employé y conserve un rôle actif, intervient dans la programmation et est qualifié d'opérateur intervenant. Le premier profil, issu directement du prolongement du taylorisme traditionnel, prédomine actuellement au Québec.

En ce qui a trait au métier de machiniste traditionnel (affecté aux machines-outils classiques), ses effectifs subiront une importante réduction dans l'avenir. Un grand nombre d'entre eux seront convertis en opérateurs de MOCN. Notre étude a démontré que 60 % des opérateurs de MOCN en fonction dans les dix entreprises sont d'anciens machinistes traditionnels recyclés. Nous avons souligné aussi au passage la réticence des machinistes les plus anciens à une telle conversion, qu'ils assimilent à une déqualification professionnelle. Plusieurs entreprises offrent également aux machinistes traditionnels la possibilité de devenir programmeurs. Dans notre étude, pas moins de 75 % des programmeurs l'étaient devenus par recyclage. Les mécaniciens d'entretien affectés aux MOCN sont tous d'anciens mécaniciens de machines traditionnelles recyclés pour la circonstance (du moins pour les quelques entreprises qui maintiennent à leurs frais une équipe d'entretien).

En ce qui a trait aux mécanismes d'adaptation utilisés par les entreprises, il ressort donc qu'une bonne part a été faite au recyclage de la main-d'œuvre déjà en fonction. Les deux tiers des employés requis par l'introduction des machines à commande numérique ont été fournis par le recyclage d'employés déjà en place, tandis que le recrutement externe compensait pour le reste. Les autres mécanismes, tels que la réaffectation d'employés dans d'autres unités, la retraite anticipée et le licenciement pur et simple, sont relativement peu utilisés. Comme dans le cas de la conception assistée par ordinateur, la formation du personnel joue donc un rôle clé dans la réponse des entreprises au défi posé par l'introduction d'une technologie nouvelle.

D'autre part, il en est ressorti également que les effets de l'adoption des technologies nouvelles ne sont pas indépendants des organisations particulières dans lesquelles elles s'insèrent. Les problèmes posés peuvent trouver des réponses différentes comme dans le cas des opérateurs intervenants par opposition aux opérateurs surveillants. Au besoin d'entretien nécessité par les nouveaux équipements, la petite entreprise répond en ayant recours à des services externes, alors que la grande entreprise maintient une équipe spécialisée. Telle grande entreprise prend avantage des possibilités qu'offrent les nouvelles technologies pour déboucher sur la polyvalence et l'enrichissement des tâches des employés, tandis qu'une moyenne entreprise n'y voit surtout que les possibilités immédiates d'un accroissement de la productivité à laquelle elle donne une importance hypertrophiée aux dépens des conditions de travail. Tout cela illustre bien que les conséquences des changements technologiques ne sont pas données une fois pour toutes, mais dépendent beaucoup de la nature des organisations et de leurs contraintes, des conceptions et des perceptions de ceux qui gèrent ces changements et de la culture dominante de leur organisation.

DEUXIÈME PARTIE

L'impact de la machine-outil à commande numérique sur l'organisation du travail et les conditions de travail

Carmelle Benoit

Introduction

Dans une première partie, nous avons analysé les effets de la machine-outil à commande numérique sur l'emploi et les ressources humaines; l'objet de la présente partie concerne les incidences de ce changement technologique sur diverses caractéristiques du travail des opérateurs, sur leurs conditions de travail et sur l'organisation du travail dans les ateliers.

L'introduction de la machine-outil à commande numérique (MOCN) amène dans les ateliers d'usinage des modifications importantes au niveau de l'organisation du travail et des conditions de travail des opérateurs. L'évaluation que l'on fait de ces impacts est variable. Certains y voient une tendance à l'homogénéisation du travail (Missika, 1981) et à la banalisation des savoir-faire et des qualifications des ouvriers tandis que d'autres considèrent qu'il s'agit d'un transfert des connaissances de l'ouvrier dans la programmation et d'une appropriation progressive par l'opérateur des codes et des langages qui commandent le fonctionnement des machines (Cavestro, 1984).

L'enjeu de l'informatisation des machines-outils réside dans le fait que le travail d'usinage peut être réalisé automatiquement grâce à la programmation de la machine, avec une surveillance minimale de l'ouvrier. La commande numérique entraîne ainsi des ruptures dans l'organisation du travail et introduit de nouvelles relations entre les etapes du processus de travail: le réglage et le montage de la machine, la programmation, la surveillance et le contrôle de l'usinage. Il s'agit de savoir si les opérateurs de machine vont continuer à maîtriser le processus du travail. Assiste-t-on à une plus grande fragmentation des tâches? Les opérateurs sont-ils utilisés pour autre chose que la simple conduite des machines? Le montage des pièces et le réglage des outils demeurent-ils une de leurs prérogatives? Le lancement des programmes et les modifications aux programmes relèvent-ils uniquement des programmeurs ou encore sont-ils offerts aux opérateurs? Dans l'ensemble, les ouvriers affectés à ces machines connaissent-ils une amélioration ou une détérioration de leurs conditions de travail?

Plusieurs études d'impact des changements technologiques sur le travail ont démontré que les nouvelles technologies, tout en diminuant à bien des égards la charge physique du travail des ouvriers, en augmentent considérablement la charge mentale. Ainsi, le manque de stimuli intellectuels et la prise en charge par la machine elle-même des opérations entraînent rapidement une situation de monotonie ressentie par le travailleur, qui se caractérise alors par une sous-charge aussi néfaste à l'activité mentale que la surcharge de travail (LEST, 1975).

Notre étude d'impact de la machine-outil à commande numérique sur les conditions de travail a pour objectif d'enrichir la compréhension de ces phénomènes et de fournir aux planificateurs et aux intervenants concernés des éléments de réflexion et de discussion sur cet objet de préoccupation. L'observation de nombreuses expériences d'implantation de nouvelles technologies, l'examen des problèmes rencontrés et des efforts déployés par les dirigeants d'entreprise pour réaliser les projets de modernisation, l'analyse des perceptions des gestionnaires et des travailleurs des impacts sociaux de ces changements s'avèrent très enrichissants à ce point de vue.

CHAPITRE PREMIER

Cadre méthodologique et portrait de l'échantillon

1.1 Méthode de collecte des données

Les données à recueillir ont été déterminées à l'aide d'une grille d'enquête comportant un ensemble d'éléments ayant trait à l'organisation du travail et aux conditions de travail dans les ateliers utilisant la machine-outil à commande numérique. Par organisation du travail, nous entendons le mode de fonctionnement d'un atelier ou d'une entreprise, comprenant l'agencement des postes de travail, la division du travail et la nature de l'encadrement. Par conditions de travail, nous entendons « le contenu du travail et les répercussions qu'il peut avoir sur la santé et sur la vie personnelle et sociale des salariés » (LEST, 1975). Plus précisément, l'analyse des conditions de travail concerne certains aspects de la charge physique de travail, de la charge mentale, avec ses risques de fatigue nerveuse, et de l'environnement physique du travail (bruit, éclairage, vibrations). Elle inclut également le niveau de rémunération et certaines incidences sur la satisfaction au travail.

La grille de travail que nous avons construite est loin d'être aussi exhaustive que celles utilisées par le LEST (Laboratoire d'économie et de sociologie du travail) et par l'ANACT (Agence nationale d'amélioration des conditions de travail), desquelles nous nous sommes cependant inspirés. D'une part, le guide d'observation produit par les chercheurs du LEST repose sur une méthode de collecte des données, dites « standardisables », privilégiant des éléments mesurables pour analyser les facteurs d'environnement et de charge physique, tels que le nombre de décibels et le nombre de lux ou encore la dépense énergétique correspondant aux gestes et postures à un poste de travail. En ce qui concerne l'analyse de la « charge mentale » et des « aspects psychosociologiques », qu'il n'est malheureusement pas possible de réaliser avec des mesures aussi objectives que les précédentes, les chercheurs du LEST proposent une grille d'observation permettant d'évaluer ces facteurs en les décomposant en éléments observables dotés de tableaux de cotation. On retrouve également dans la grille d'analyse de l'ANACT (1977), portant sur les « caractéristiques d'une situation de travail pouvant avoir une incidence sur la satisfaction ou l'insatisfaction », une échelle de cotation pour chacun des éléments retenus et analysés.

Étant donné que notre enquête sur l'incidence de la machine-outil à commande numérique couvrait de nombreux aspects, non seulement ceux ayant trait au travail mais aussi ceux reliés à l'emploi et aux ressources humaines, et que cette étude revêtait un caractère exploratoire, nous n'avons pas mis au point des techniques de collecte des données aussi raffinées que celles mentionnées précédemment, même si les thèmes d'analyse retenus s'en apparentent largement. Néanmoins, si l'on examine les données rassemblées et les méthodes de collecte utilisées, nous croyons qu'elles garantissent la fiabilité des résultats et qu'elles permettent de bien cerner le phénomène étudié, sans toutefois le considérer de façon exhaustive et sans le mesurer sur une base mathématique.

En ce qui concerne précisément le type de données à relever, nous avons choisi d'interroger à la fois des représentants de l'employeur et des travailleurs affectés aux nouvelles machines. L'enquête auprès des gestionnaires permettait de recueillir des informations générales et descriptives sur divers aspects, tels que l'organisation du travail dans les ateliers, le temps de travail et les salaires, ainsi que des données d'opinion sur les conditions de travail des ouvriers. L'enquête auprès des salariés eux-mêmes permettait, quant à elle, de compléter les perceptions des gestionnaires et de les comparer à celles des travailleurs sur leurs conditions de travail ; il s'agit donc ici aussi de données d'opinion.

L'ensemble des données factuelles et d'opinion recueillies auprès des gestionnaires et des opérateurs de machines recouvrent une dimension de comparaison entre deux états, soit la comparaison entre la situation de travail de l'opérateur de MOCN et celle prévalant alors qu'il était assigné à une machine-outil classique (MOC), soit la comparaison des conditions de travail du personnel affecté à la MOCN et à la MOC.

1.2 Type de questionnaires et d'échantillons

Ce sont les mêmes dix entreprises sélectionnées pour l'étude des effets de la machine-outil à commande numérique sur l'emploi et les ressources humaines qui ont fait l'objet d'une analyse d'impact sur l'organisation du travail et les conditions de travail. Nous avons signalé déjà les critères qui ont présidé au choix de ces entreprises.

Aux fins de notre étude d'impact sur le travail, rappelons que deux questionnaires ont été remplis: l'un destiné aux cadres responsables de la fabrication (soit le directeur ou le gérant de production) dans les établissements utilisant la machine-outil à commande numérique et l'autre destiné aux opérateurs des appareils. Le questionnaire adressé aux gestionnaires était administré sous la forme d'une entrevue directe; celui destiné aux ouvriers était « fermé » et rempli par ces derniers sur les lieux du travail. En outre, le questionnaire adressé aux travailleurs était distribué par le cadre responsable que nous avions interrogé préalablement.

Alors que le choix du gestionnaire responsable posait peu de difficulté, nous avons dû définir un certain nombre de critères pour la détermination de l'échantillon des travailleurs. D'une part, nous avons choisi d'interroger uniquement des opérateurs de MOCN plutôt que deux groupes d'ouvriers, l'un affecté aux machines traditionnelles et l'autre aux machines à commande numérique. Cette décision est motivée par le fait que nous interrogions des opérateurs de MOCN qui, pour la grande majorité, avaient été également opérateurs de machines classiques, ce qui autorisait les comparaisons nécessaires à notre étude d'impact. D'autre part, le choix des opérateurs de MOCN à interroger, qui s'est fait avec l'aide des cadres responsables, repose sur les critères suivants: la représentation de toutes les catégories d'opérateurs (surveillant ou intervenant) de tous les niveaux de fonction (apprenti machiniste, régleur, machiniste-programmeur, homme clé, chef de groupe) et de tous les types d'équipements (NC, CNC, DNC).

La détermination de l'échantillon des opérateurs a donc été effectuée sur place, à la lumière des informations générales et descriptives fournies par le gestionnaire sur l'organisation du travail dans les ateliers. La directive était de choisir, au sein de l'atelier, au moins un opérateur par type ou catégorie de fonction et par type d'équipement. Il était ensuite laissé au cadre interviewé le soin de distribuer aux opérateurs choisis le questionnaire à remplir.

1.3 Portrait de l'échantillon

Examinons ici quelques caractéristiques générales des travailleurs interrogés. Au total, 41 opérateurs de commande numérique ont répondu au questionnaire, ce qui représente 24 % de l'ensemble des opérateurs de MOCN dans les dix établissements visités. Le taux de participation à ce sondage varie d'une entreprise à l'autre selon le degré de collaboration du gestionnaire rencontré. Dans cinq établissements, le taux de réponse oscille entre 33 % et 45 %, alors que dans les cinq autres, il varie entre 0 et 18 % (tableau 2.1)

Tableau 2.1
TAUX DE RÉPONSE AU QUESTIONNAIRE DESTINÉ AUX OPÉRATEURS DE MOCN

Entreprise	Nombre total d'opérateurs de MOCN	Échantillon total	Taux de réponse %
A	15	6	40
B	27	3	11
C	20	9	45
D	18	2	11
E	21	7	33
F	10	4	40
G	22	4	18
H	10	4	40
I	3	0	0
J	26	2	8
Total	**172**	**41**	**24**

Quarante des 41 opérateurs de MOCN ayant répondu à l'enquête sont de sexe masculin. Les opérateurs interrogés sont assez jeunes: neuf ont moins de 25 ans, 11 de 25 à 29 ans, 17 de 30 à 39 ans et quatre seulement ont 40 ans et plus.

La majorité des opérateurs de MOCN, soit 56 %, occupent cet emploi depuis plus de trois ans. De façon plus précise, la répartition des répondants en regard de cette variable est la suivante: 22 % y travaillent depuis moins de 12 mois, 22 % depuis 13 à 36 mois, 20 % depuis 37 à 60 mois, tandis que 36 % travaillent avec cette même machine depuis plus de 61 mois. Au total, 73 % des répondants sont syndiqués.

Sans être totalement représentatif, cet échantillon n'en demeure pas moins indicatif de ce qui se passe dans la population puisque les différentes fonctions et les divers types d'équipements sont bien représentés (tableau 2.2).

Tableau 2.2
PORTRAIT DES RÉPONDANTS SELON LE TITRE D'EMPLOI ACTUEL ET SELON LE MODE DE CONTRÔLE DES MOCN

Emploi actuel	Mode de contrôle des MOCN	Nombre	%
Apprenti machiniste	CNC	3	7,3
Machiniste	NC	1	2,4
Machiniste	CNC	11	26,8
Machiniste	DNC	1	2,4
Machiniste-opérateur	NC-CNC	1	2,4
Machiniste-opérateur	CNC-DNC	1	2,4
Opérateur	NC	1	2,4
Opérateur	CNC	11	26,8
Opérateur	NC-CNC	1	2,4
Opérateur	DNC	2	4,9
Monteur-opérateur	CNC	2	4,9
Ajusteur — centre d'usinage	CNC	1	2,4
Superviseur/chef de groupe		5	12,2
Total		**41**	**100,0**

La majorité des répondants sont des machinistes ou des opérateurs CNC. Ainsi, plus de 68 % des machines utilisées sont de type CNC (contrôle numérique par calculateur), alors que la répartition totale des équipements CNC dans les établissements visités est de 55,3 %.

Les deux principaux types de machines utilisées par les opérateurs interrogés sont des fraiseuses spécifiques et des centres d'usinage (54 %), ainsi que des tours et des tours à révolver (27 %).

La grande majorité des 41 opérateurs répondants, soit 78 %, utilisent plus d'une machine. Ainsi, 22 % des répondants travaillent avec une machine seulement, 41 % utilisent deux à trois machines, alors que 36 % ont la responsabilité de plus de quatre machines différentes. Les répondants qui travaillent avec plus d'une machine utilisent ces machines plutôt alternativement (une à la fois dans 62 % des cas) que simultanément (plusieurs à la fois dans 38 % des cas).

Parmi les opérateurs interrogés, on retrouve la même proportion d'opérateurs surveillants (62 %) et d'opérateurs intervenants (38 %) que celle relevée au niveau de l'ensemble des établissements visités.

CHAPITRE 2

Conditions d'implantation de la nouvelle technologie

Les modalités d'implantation de la nouvelle technologie, à savoir l'implication des travailleurs, sans compter la planification des ressources humaines, qui a été traitée dans la première partie de ce rapport, constituent des facteurs déterminants dans le succès ou l'insuccès de projets d'automatisation. À l'exception de certaines informations recueillies auprès des travailleurs, ce chapitre a pour objet de présenter surtout le *point de vue des gestionnaires* sur les conditions d'implantation de la nouvelle technologie, tant sur le plan des politiques et des mesures adoptées à l'égard des travailleurs que des réactions des travailleurs telles que perçues par les cadres responsables. Nous verrons plus loin, au chapitre portant sur l'intérêt et la satisfaction au travail, comment les opérateurs perçoivent non pas l'entrée des MOCN, mais leur utilisation.

2.1 Politiques de la direction à l'égard des travailleurs

Nous avons signalé, dans la partie précédente, deux modèles de politique d'acquisition adoptés par les entreprises, l'un autoritaire et l'autre « participationniste », au moment de l'introduction de la machine-outil à commande numérique (MOCN). Ainsi, alors que certaines directions d'entreprise, conscientes des enjeux que comporte l'implantation de ce nouvel outillage, favorisent la participation des travailleurs, d'autres, par contre, accordent très peu d'attention à cette mesure lorsqu'elles ne négligent pas complètement de la considérer.

Les relevés présentés au tableau 2.1 décrivent une série de mesures adoptées par les entreprises tant pour l'information, la consultation, la participation des travailleurs que pour la recherche de la collaboration du syndicat, là où il y en a un.

Tableau 2.3
NIVEAU DE PARTICIPATION DES TRAVAILLEURS LORS DE L'IMPLANTATION DE LA MOCN

	Oui		Non	Total
Niveau de participation	**Travailleurs Nb d'établ.**	**Cadres seulement Nb établ.**	**Nb d'établissements**	**Nb d'établissements**
Information	5	3	2	10
Consultation	2	4	4	10
Participation	2	4	4	10

Information et préavis

Sur les dix établissements visités, huit ont adopté un processus quelconque d'information sur les transformations projetées, allant de l'annonce d'une étude du projet à la distribution de dépliants aux employés en place et à l'information sur une base régulière. Le degré d'information est cependant typique des habitudes ou du climat régnant dans l'entreprise: on signale, dans trois cas sur huit, que seuls les contremaîtres et chefs d'équipe sont informés directement. Ainsi, la moitié seulement des établissements visités signalent avoir informé les ouvriers eux-mêmes.

L'enquête auprès des opérateurs de MOCN révèle que la grande majorité, soit 79,3 %, ont été avisés à l'avance de l'introduction prochaine de cet équipement, le nombre de mois de préavis étant cependant, dans 73,9 % des cas, de trois mois et moins. Par ailleurs, 63 % des opérateurs interrogés se sont vu offrir la possibilité de travailler avec cette nouvelle machine.

Consultation

La consultation peut se présenter sous de multiples facettes, selon les habitudes de l'établissement, allant de « la directive de consulter tous les employés » à la simple « discussion au niveau des cadres et contremaîtres », en passant par la demande générale de suggestions, la commande des besoins au contremaître, à la visite des machines par des cadres lors d'une exposition industrielle, ou la consultation régulière et mensuelle des employés de l'atelier concernés par le projet.

Tout comme l'information, la consultation est un processus signalé, cette fois, par six des dix établissements, mais de façon plus restrictive. En effet, le processus de consultation est utilisé principalement à l'endroit des contremaîtres (quatre cas sur six); ainsi, au total, seulement deux établissements sur dix ont consulté directement les opérateurs de machine. Il n'est donc pas étonnant de constater que le choix de l'équipement a fait l'objet de consultation pour seulement 17 % des opérateurs interrogés.

Participation

De l'information à la consultation et de la consultation à la participation, le cheminement est suivi mais devient plus limitatif. En effet, nos relevés signalent que six des dix établissements visités font accompagner d'une forme quelconque de participation le processus d'acquisition des nouvelles machines. Cependant, dans quatre des six cas, seuls les gérants et les contremaîtres sont invités à participer et à choisir les machines préalablement; ainsi, dans l'ensemble, seulement deux établissements sur dix ont sollicité la participation directe des ouvriers.

Par ailleurs, on peut découvrir que, parfois, la participation est vue par l'employeur sous un angle très positif, quand l'un dit qu'« il existe chez eux une directive de consulter et d'impliquer les travailleurs dans la décision d'achat », concluant que « là où il s'est posé des problèmes avec les machines, c'est parce qu'il n'y avait pas de consultation et de participation ».

Information et consultation du syndicat

Alors que six des établissements visités ont un syndicat, trois seulement ont adopté un processus d'information des représentants syndicaux sur les changements technologiques. Aucune direction de ces établissements n'a par ailleurs consulté de façon formelle le syndicat à ce sujet.

2.2 Réactions des travailleurs face à l'introduction des MOCN

Au moment de la mise en place de nouvelles machines, les employés directement concernés par les changements technologiques réagissent différemment selon qu'ils sont nouveaux ou anciens, contremaîtres ou simples travailleurs. Les diverses réactions sont catégorisées selon cinq variables permettant de saisir l'impact psychologique des changements, allant de l'enthousiasme et la collaboration à la méfiance et la résistance jusqu'à l'hostilité. Il s'agit ici des réactions des travailleurs *telles que perçues par l'employeur* (voir tableau 2.4).

Tableau 2.4
RÉACTIONS DES TRAVAILLEURS SELON L'EMPLOYEUR FACE À L'INTRODUCTION DE LA MOCN

Réactions	Oui	Non	Total
	Nb d'établissements	Nb d'établissements	Nb d'établissements
Enthousiasme	7	3	10
Collaboration	6	4	10
Méfiance	4	6	10
Résistance du personnel	2	8	10
Hostilité	0	10	10

Enthousiasme et collaboration

La venue des MOCN suscite, selon les gestionnaires, beaucoup d'enthousiasme et de collaboration de la part des travailleurs. Des dix cadres interrogés, sept qualifient d'enthousiaste la réaction des ouvriers face à l'introduction de ces nouveaux équipements. Six dirigeants signalent aussi un certain esprit de collaboration.

Les gestionnaires mentionnent en outre que ce sont les jeunes qui manifestent le plus d'enthousiasme. À cet égard, on nous dit que les « jeunes ne posent pas de problèmes puisqu'ils ne connaissent pas autre chose ». Il est par ailleurs souligné que les travailleurs chevronnés, les contremaîtres et chefs d'équipe manifestent aussi beaucoup d'entousiasme et de collaboration. Dans plusieurs de ces cas, cette réaction est attribuable à une question de caractère et d'âge des ouvriers, ou encore est attribuable au cours de formation suivi. Enfin, ce sont les anciens travailleurs qui montrent le plus de réticence à utiliser ce nouvel outillage, quand ce n'est pas qu'ils refusent de l'utiliser.

Méfiance, résistance et hostilité

L'installation de nouveaux équipements a comme résultat une certaine perturbation des habitudes acquises, ce qui provoque, naturellement, une réticence de la part des anciens employés. À l'occasion, beaucoup d'établissements embauchent de nouveaux employés qui, après leur cours de formation, abordent le travail sans préjugés. Parmi les dix cadres interrogés, quatre nous rapportent la méfiance de la part de certains travailleurs de MOCN à un moment ou à un autre de leur période d'adaptation. Ce sont, selon les gestionnaires, ou bien les « moins bons machinistes » ou bien les machinistes plus âgés qui craignent de perdre leur emploi, mais qui, par la suite, deviennent plus intéressés en découvrant qu'ils travaillent moins durement.

Si l'on se réfère à l'opinion des cadres, la mise en place de nouvelles machines ne provoque pas de mouvement général de résistance de la part des travailleurs. En effet, sur les dix établissements disposant de MOCN et qui ont fait l'objet de l'enquête, il n'y a que deux cas où l'on a connu une certaine résistance du personnel à l'égard des changements technologiques et encore, il y a eu amélioration par la suite. « Au début, disent ces employeurs, les gens avaient peur, ils étaient réticents, puis ils se sont aperçus que les MOCN protégeaient leurs emplois ». Les anciens machinistes se sont consolés à l'idée que le travail de finition était toujours nécessaire. Enfin, le peu de résistance s'explique en partie par le fait que les employeurs recrutent très souvent à l'extérieur des jeunes opérateurs qui sont, par le fait même, plus ouverts à l'adoption des nouvelles technologies.

Toujours de l'avis des gestionnaires, il ne s'est manifesté aucun cas d'hostilité face aux changements technologiques. Toutefois, dans un établissement, la méfiance remarquée à

l'égard de la nouvelle machine (MOCN) frôle l'hostilité: certains voudraient retourner à la machine classique (MOC).

Nous n'avons pas cependant interrogé les travailleurs sur leurs réactions lors de la venue de la machine-outil à commande numérique, mais plutôt sur l'intérêt et la satisfaction qu'ils avaient à travailler avec ces nouveaux équipements. Il en sera question plus loin, au chapitre 6.

CHAPITRE 3

Organisation du travail dans les ateliers

Nous avons présenté au chapitre 7 de la première partie, portant sur les impacts professionnels, une description des diverses fonctions qu'entraîne l'utilisation de la commande numérique. Nous voudrions ici explorer un aspect particulier qui a trait à l'organisation du travail dans les ateliers, à la répartition des fonctions entre les professions et à la division du travail. L'analyse de cette dimension est basée sur le même matériel utilisé dans la première partie de ce rapport et comprend des données descriptives sur l'organisation du travail, fournies par les cadres responsables. Cette analyse se veut complémentaire puisqu'elle aborde l'étude des professions dans un angle différent, soit celui de l'importance et de la forme de la division du travail.

L'introduction de la machine-outil à commande numérique provoque des modifications dans l'organisation du travail au sein de l'atelier. Une division du travail fondée sur une plus grande spécialisation des fonctions a tendance à s'instaurer. Alors que le mode et le contrôle des usinages des machines-outils classiques étaient rassemblés dans une seule et même main, celle du machiniste, la compétence est désormais répartie entre plusieurs acteurs: le programmeur, le régleur, l'opérateur, l'homme de métier. C'est ainsi que dans les ateliers de fabrication numérique, on distingue quatre principales fonctions, soit la programmation et l'essai des programmes, la préparation du travail et des outils, la surveillance et le contrôle de l'usinage, et l'entretien.

3.1 Programmation et essai des programmes

L'ensemble des procédures d'usinage, avec la commande numérique, sont désormais codifiées et fournies au directeur de commande de la machine sur cartes perforées ou sur bandes magnétiques. De là l'apparition d'une nouvelle fonction distincte de la fabrication, celle de la programmation. Dans les ateliers que nous avons visités, cette fonction est exercée par des programmeurs sept fois sur dix (tableau 2.5). Elle est alors généralement intégrée au niveau du bureau des méthodes chargé de la définition des outillages et des conditions d'usinage; mais elle est rarement accomplie dans l'atelier même (deux cas seulement). Dans ces deux ateliers (G et J), la profession de programmeur n'existe pas comme telle, et la programmation relève plutôt d'un chef d'équipe ou d'un superviseur, en collaboration avec l'opérateur régleur-machiniste. Le fait de réaliser la programmation dans l'atelier favorise donc un certain «glissement» de cette fonction du côté des opérateurs. Au total, cette association programmation-opération existe dans cinq ateliers (E, F, G, H, J) sur les dix visités; ainsi, 81 % des opérateurs de ces ateliers accomplissent des tâches liées à la programmation des machines, la proportion de temps consacrée à la fonction de programmation par des opérateurs étant de 10 % en moyenne.

3.2 Préparation du travail et des outils

Il s'agit du réglage des outils et du montage des pièces de la MOCN. Cette fonction très spécialisée consiste à définir les outils appropriés à partir du programme, de la qualité des usinages et de la rapidité d'usure des plaquettes. Dans la majorité des ateliers visités, cette fonction de réglage et de montage est associée avec d'autres fonctions, soit la supervision ou l'usinage proprement dit. Dans quatre ateliers (A, C, H, I), les machinistes intervenants ou

surveillants, tels que définis plus bas, effectuent seuls le montage; dans trois autres cas (D, E, G), ils le font, en collaboration, avec les chefs de groupe, alors que dans les trois derniers cas (B, F, J), le montage est réalisé par les chefs de groupe seulement.

Dans l'ensemble, la fonction de préparation du travail et des outils est partagée entre le chef d'équipe, le régleur et l'opérateur, en collaboration avec le programmeur.

3.3 Surveillance et contrôle des usinages

Cette fonction comprend des tâches comme le chargement et le déchargement des pièces, la surveillance et le contrôle des opérations. Le rôle de l'opérateur peut se limiter à une surveillance passive des usinages ou encore peut comprendre de multiples interventions portant sur les conditions d'usinage et le contrôle des programmes. Comme il a été signalé dans la première partie, nous avons identifié deux catégories d'opérateurs, les « surveillants » et les « intervenants ». Alors que l'opérateur surveillant est généralement un jeune opérateur peu spécialisé à qui l'on réserve la simple conduite des machines, l'opérateur intervenant est un machiniste plus expérimenté, un « homme clé » ou un régleur à qui l'on assigne un rôle plus large qui comprend des fonctions d'usinage, de montage-réglage et de programmation. Ce dernier intervient fréquemment dans les conditions d'usinage et le contrôle des programmes, en collaboration avec le régleur et le programmeur. Il est donc habilité à modifier certains paramètres de fonctionnement des MOCN (nombre et profondeur des coupes, longueur et vitesse de rotation des outils, correction de cotes, retouche de grains) et à suggérer des modifications aux données intégrées au programme.

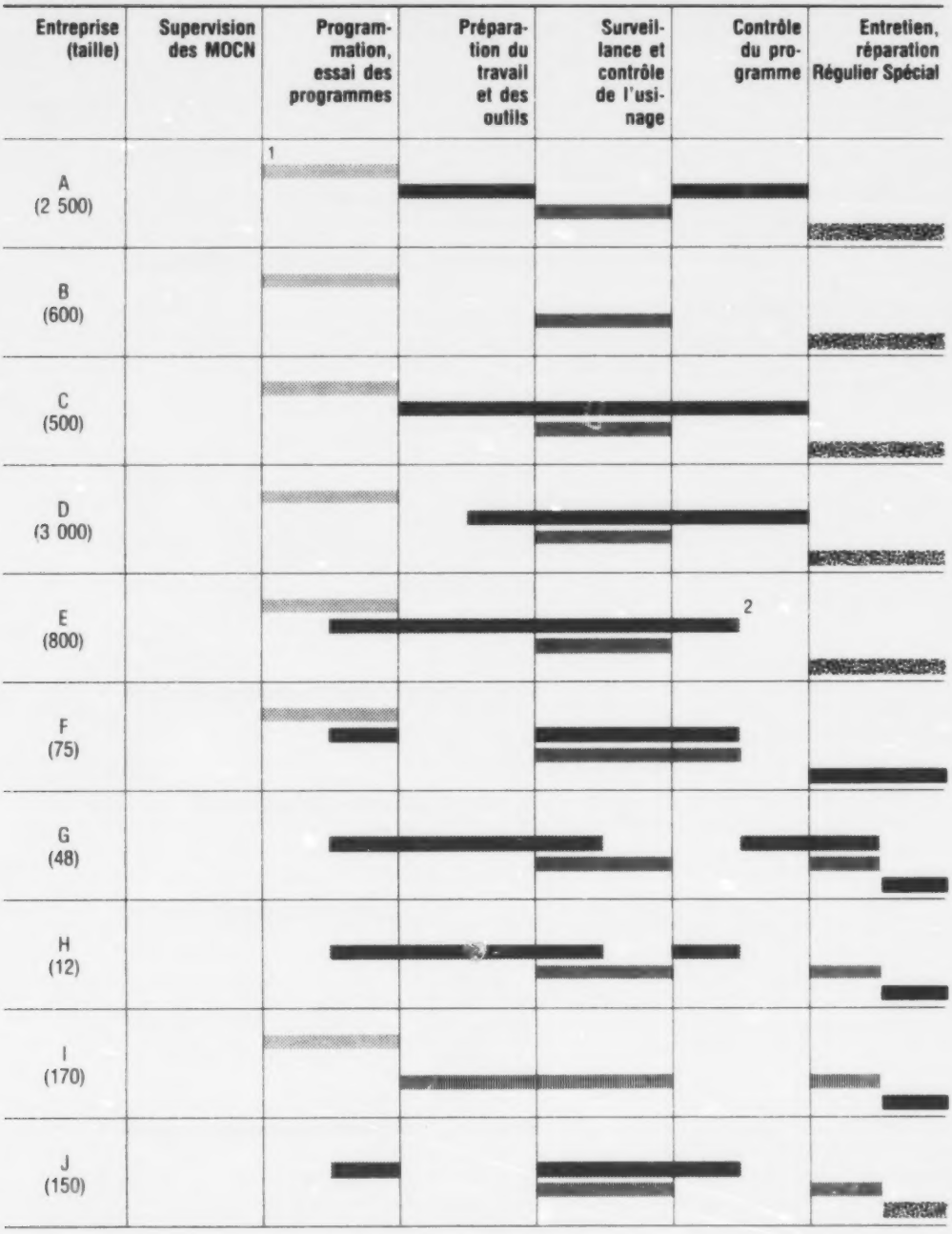
Dans l'ensemble des ateliers visités, 62 % des opérateurs sont affectés à un rôle de surveillance et de contrôle des usinages uniquement, alors que les autres (38 %) sont considérés comme des opérateurs intervenants. Il faut préciser ici que l'on retrouve des opérateurs surveillants dans tous les établissements, alors qu'on note la présence des opérateurs intervenants dans seulement huit établissements sur dix.

3.4 Entretien

Dans les grandes entreprises (A-B-C-D-E), une équipe de maintenance spécifique composée d'hommes de métier (électricien, mécanicien, électronicien) est chargée de la fonction d'entretien régulier et spécial. Dans les petites entreprises (G-H-I-J), la fonction d'entretien régulier est associée à la fonction d'usinage, c'est-à-dire qu'elle est exécutée par les opérateurs de machines eux-mêmes alors que la fonction d'entretien spécial, parce que plus complexe, est confiée directement à l'extérieur.

En conclusion, le couplage des diverses fonctions de programmation, de réglage-montage, de fonctionnement et d'entretien amène différents modèles d'organisation du travail (tableau 2.5). Les ateliers de fabrication numérique des petites entreprises G, H, J sont caractérisés par l'absence de la fonction spécifique de programmation. Ces ateliers, ainsi que ceux de la petite entreprise F et de la plus grande entreprise E, privilégient l'association des fonctions de programmation, de réglage et de contrôle des usinages aux mains d'un opérateur-machiniste intervenant. Les ateliers de deux autres grandes entreprises (C et D) se distinguent par une combinaison des fonctions de préparation du travail, de l'usinage et du contrôle des programmes assignés à l'opérateur intervenant, alors que l'organisation du travail de l'atelier A d'une très grande entreprise est fondée sur une séparation assez complète des diverses fonctions.

Tableau 2.5
DIVISION DU TRAVAIL AVEC LES MOCN



1. Superviseur MOCN
   Programmeur
   Opérateur intervenant
   Opérateur surveillant
   Homme de métier à l'intérieur de l'entreprise
   Contrat de maintenance à l'extérieur de l'entreprise
2. Remarque: Lorsque le bâtonnet ne couvre qu'une partie de la fonction (voir entreprise E) cela indique, dans ce cas-ci, que l'opérateur fait un peu de programmation et un peu de contrôle de programme.

CHAPITRE 4

Contenu et charge mentale du travail

Après avoir examiné l'importance et les formes de la division du travail dans les ateliers, nous aborderons maintenant l'aspect principal de notre sujet d'étude, soit l'analyse des conditions de travail.

Nous avons choisi d'analyser les conditions de travail en étudiant d'abord le contenu des tâches et la « charge mentale » du travail. Déjà, nous avons exploré dans les chapitres précédents certaines caractéristiques du travail ; il s'agit ici de mesurer le « niveau d'exigence de ces tâches » et la « charge ressentie par le travailleur pour effectuer cette tâche ». Telle est la définition de la charge mentale du travail, retenue par les chercheurs du LEST (1975).

Il est bien évident que, selon le travail que doit effectuer le travailleur, les structures mentales utilisées sont plus ou moins élémentaires, pouvant aller de la pensée concrète à la pensée abstraite. Ainsi, un travail d'opérateur de MOCN, qui suppose uniquement la surveillance d'une machine, fait appel à des mécanismes d'intelligence concrète et limite rapidement la fonction de conceptualisation. L'attribution de responsabilités plus grandes à des opérateurs intervenants augmente, par le fait même, les exigences et la valeur intellectuelle de la tâche.

Notre objectif sera donc d'évaluer, à travers certaines caractéristiques du travail des opérateurs de MOCN, la charge mentale du travail. S'agit-il d'une charge normale et satisfaisante pour le travailleur ? Doit-on plutôt parler de sous-charge chez les uns et de surcharge chez les autres, la non-utilisation ou l'utilisation trop intense des mécanismes de la pensée entraînant, selon le cas, une régression ou la fatigue et le surmenage ?

Il n'existe malheureusement pas de méthode scientifique pour mesurer la charge mentale du travail. En nous basant sur les études et approches existantes, nous avons choisi certains critères permettant de déterminer les aspects négatifs et positifs du contenu du travail et les répercussions sur l'activité mentale. Les indicateurs qui ont alors été retenus pour caractériser ces aspects de la charge mentale du travail sont :

— la variété des activités ;
— l'emploi des capacités de jugement ;
— le niveau d'attention, de concentration et de précision ;
— les contraintes de production et de temps.

Nous aurons l'occasion de définir davantage chacun de ces critères. Précisons d'abord que nous présenterons, sur ces aspects du travail des opérateurs de MOCN, le point de vue des gestionnaires et des opérateurs eux-mêmes. Cette présentation porte sur une comparaison des exigences de la tâche des opérateurs de MOCN avec celles des opérateurs affectés aux MOC (machines-outils classiques). Précisons qu'étant donné le petit nombre de gestionnaires interrogés, nous avons préféré présenter les résultats s'y rapportant au fur et à mesure dans le texte et rassembler dans un tableau uniquement les données recueillies auprès des opérateurs eux-mêmes. Le tableau 2.6 résume en effet les données recueillies auprès des opérateurs de MOCN sur les trois premiers éléments, soit la variété des tâches, le niveau de jugement, d'attention, de concentration et de précision nécessaire pour effectuer leur travail ainsi que l'effort physique et mental exigé par le travail.

Tableau 2.6
EXIGENCES DE LA TÂCHE DE L'ENSEMBLE DES OPÉRATEURS DE MOCN ET COMPARAISON AVEC LA SITUATION ANTÉRIEURE

Caractéristiques du travail	Situation actuelle (MOCN)				Comparaison avant (MOC) / après (MOCN)			
	Beaucoup	Un peu	Pas du tout	Total	Plus grand(e) qu'avant	Égal(e)	Moins grand(e) qu'avant	Total[1]
	Nb (%)				Nb (%)			
Monotonie et ennui	5 (12)	21 (51)	15 (37)	41 (100)	10 (30)	12 (35)	12 (35)	34 (100)
Jugement	33 (80)	8 (20)	0 (0)	41 (100)	13 (36)	19 (53)	4 (11)	36 (100)
Attention et concentration	34 (83)	7 (17)	0 (0)	41 (100)	18 (50)	12 (33)	6 (17)	36 (100)
Précision	29 (71)	10 (24)	2 (5)	41 (100)	9 (25)	17 (47)	10 (28)	36 (100)
Effort mental	22 (54)	19 (46)	0 (0)	41 (100)	23 (64)	7 (19)	6 (17)	36 (100)
Effort physique	3 (7)	22 (54)	16 (39)	41 (100)	4 (11)	17 (47)	15 (42)	36 (100)

1. Nous avons exclu les opérateurs qui n'ont jamais travaillé avec une MOC et ceux qui n'ont pas répondu à la question.

4.1 Variété des activités

Nous avons interrogé les gestionnaires et les travailleurs sur la variété des tâches et, plus précisément, sur le caractère répétitif ou non du travail. Les répondants devaient ainsi se prononcer sur la monotonie et l'ennui au travail.

Cinq des dix gestionnaires interrogés affirment que le travail des opérateurs surveillants de MOCN est plus monotone que celui des opérateurs de machines traditionnelles; trois employeurs considèrent ce travail comme moins ennuyeux et deux n'y voient aucun changement. La monotonie du travail semble liée directement à la durée des cycles de production et inversement reliée à la polyvalence des fonctions. Par exemple, si l'opérateur de MOCN doit effectuer plusieurs usinages de courte durée, il est alors plus actif et son travail est jugé moins monotone. À cet aspect de durée de l'usinage s'ajoute celui de la polyvalence des fonctions, à savoir le fait que l'opérateur de MOCN conduit une ou plusieurs machines, cette situation étant perçue comme une façon d'enrayer la monotonie du travail. Enfin, parmi les trois employeurs considérant le travail des opérateurs surveillants de MOCN comme moins monotone que celui des machinistes traditionnels, on évoque le fait qu'avec les machines classiques, les opérateurs exécutent les mêmes mouvements toute la journée, tandis qu'avec les machines à commande numérique, le travail est plus diversifié: « l'opérateur peut observer la situation, se distraire visuellement (...); il contrôle mieux ses pièces, la machine est plus rapide et il peut s'occuper d'autre chose durant l'usinage. »

Toutefois, le contenu du travail des opérateurs intervenants demeure plus intéressant que celui des opérateurs surveillants. La moitié des employeurs évaluent que le travail des opérateurs intervenants de MOCN est moins monotone que lorsque ces derniers travaillaient avec une machine-outil classique. Deux employeurs sur huit y voient plutôt une plus grande monotonie tandis que deux autres ne constatent aucun changement. Les répondants

précisent ici que le niveau de monotonie du travail est lié au degré d'autonomie accordé à l'opérateur; ainsi, plus l'opérateur aura la chance de contrôler le processus de son travail et d'y intervenir, plus le travail sera diversifié et intéressant.

Le point de vue des opérateurs sur le caractère répétitif et ennuyeux du travail ne se démarque pas tellement de celui des gestionnaires. Au total, 12 % (soit cinq sur 41) considèrent leur travail comme très répétitif et ennuyeux, 51 % le jugent un peu ennuyeux alors que 37 % sont d'avis que le travail avec une MOCN n'est pas du tout répétitif (voir tableau 2.6). Les opérateurs affectés à la MOCN depuis moins de 36 mois estiment leur travail plus ennuyeux que les plus anciens (36 mois et plus) et cela, d'autant plus que les tâches de programmation et de modification du programme qui enrichissent les activités sont confiées aux opérateurs les plus expérimentés.

Enfin, la perception des opérateurs de MOCN du niveau de répétition et d'ennui au travail en regard de leur situation de travail antérieure avec une MOC demeure assez partagée. 30 % d'entre eux y voient plus d'ennui, 35 % moins d'ennui et 35 % également ne perçoivent aucun changement.

4.2 Emploi des capacités de jugement

Les exigences de la tâche fixent en quelque sorte l'emploi des capacités intellectuelles. Dans la plupart des travaux industriels, simples et répétitifs, c'est l'intelligence concrète qui est sollicitée. Ainsi, le travail répétitif et parcellaire, qui amène peu d'information, rétrécit la fonction de conceptualisation et risque d'entraîner la sclérose (LEST, 1975).

Les résultats de notre enquête auprès des opérateurs de MOCN font ressortir que la capacité de jugement est perçue par 80 % (soit 33 sur 41) des opérateurs comme une exigence importante pour le travail avec une MOCN (voir tableau 2.6). Cependant, cette aptitude est jugée plus nécessaire dans le travail de l'opérateur intervenant que dans celui de l'opérateur surveillant. Au total, 36 % des opérateurs estiment que le travail avec une MOCN exige plus de jugement qu'avec une MOC, alors que plus de la moitié (53 %) perçoivent cette exigence équivalente; 11 %, enfin, considèrent que le travail avec une MOCN exige moins de jugement.

4.3 Niveau d'attention, de concentration et de précision

Il s'agit ici de l'effort d'attention résultant du niveau de concentration et de réflexion plus ou moins intense que doit fournir le travailleur durant le procédé opératoire. Les chercheurs du LEST définissent le niveau d'attention comme étant « le degré d'effort nécessaire pour rester conscient et percevoir les informations ». Ce degré d'effort, qui nécessite une mobilisation d'énergie mentale, peut être un facteur important de la charge mentale du travail.

Appréciation générale

Dans l'analyse des résultats de l'enquête, nous avons distingué le niveau d'attention jugé nécessaire dans une opération de surveillance de celui d'une opération comportant un rôle d'intervention.

En ce qui concerne les opérateurs surveillants, six employeurs sur dix sont d'avis que le besoin d'attention et de concentration nécessaires pour faire fonctionner une MOCN est moins grand que celui exigé pour une machine-outil classique (MOC), la raison étant que « si le programme est bon, l'opérateur de MOCN travaille en toute tranquillité ». Cependant, trois employeurs évaluent que le besoin d'attention et de concentration requis par les opérateurs

surveillants est plus grand pour faire fonctionner les MOCN que les MOC ; de ceux-là, certains précisent que le coût élevé des MOCN exige une surveillance plus étroite des opérations (vérifier si la machine prend sa coupe afin d'éviter les bris et collisions).

La situation est nettement différente et même inverse en ce qui a trait aux opérateurs intervenants puisque cinq employeurs sur huit sont d'avis que l'utilisation d'une MOCN est plus exigeante en termes d'attention et de concentration qu'une machine-outil classique. Plus d'attention et plus de concentration sont particulièrement nécessaires lorsque l'opérateur doit faire son « set-up » et apporter des correctifs. On signale aussi, à titre d'exemple, les problèmes électroniques intermittents et la frustration de ne pas pouvoir les régler.

L'enquête auprès des opérateurs illustre davantage comment l'effort d'attention et de concentration doit être soutenu pour faire fonctionner une MOCN. Au total, 83 % (soit 34 sur 41) des opérateurs interrogés considèrent que l'utilisation d'une MOCN exige beaucoup d'attention et de concentration (voir tableau 2.6). De même, la moitié des opérateurs évaluent le besoin d'attention et de concentration comme étant supérieur à celui exigé pour le fonctionnement des MOC, alors que le tiers des opérateurs jugent cette exigence équivalente dans les deux cas, les autres (17 %) estimant cet effort moins grand dans le cas des MOCN. Cependant, il apparaît clairement que le besoin d'attention et de concentration est plus grand pour les opérateurs intervenants que pour les opérateurs surveillants.

Effort de précision manuelle

L'effort de précision manuelle ou d'acuité visuelle est une forme particulière de l'attention qu'exigent certains travaux de finition. Selon notre enquête, le niveau de précision exigé pour faire fonctionner la machine à commande numérique est jugé très élevé par 71 % (29 sur 41) des opérateurs, et plus particulièrement par ceux qui assument des tâches informatiques dans le cadre de leur fonction actuelle. Cependant, en comparant le niveau de précision exigé pour utiliser une MOCN et une MOC, une bonne part (47 %) des opérateurs le jugent équivalent, alors que les autres l'estiment aussi bien supérieur qu'inférieur.

Risques pour la santé et la sécurité

Si l'on se réfère à l'étude du LEST, les efforts d'attention et de concentration exercés pour éviter les risques d'accidents corporels, de détérioration du produit et du matériel sont des facteurs défavorables à la charge mentale qu'il faut considérer. Ainsi, plus le danger et les risques sont grands, plus une faute d'inattention est susceptible de provoquer des dommages et plus le travailleur encourt des sanctions (LEST, 1975).

Nous avons donc cherché à connaître les types de risques pour la santé et la sécurité avec l'utilisation de la MOCN.

Lors de l'enquête effectuée auprès des employeurs des dix établissements utilisant des MOCN, un seul d'entre eux a signalé un risque d'accident plus élevé dû au fait que certains opérateurs peuvent négliger de porter des lunettes de protection. Dans les autres établissements, les répondants estiment que les risques encourus par les travailleurs affectés à la MOCN ne sont pas plus élevés qu'avec l'utilisation de la machine-outil traditionnelle. Au contraire, dans plusieurs cas, on indique que c'est moins bruyant, plus sécuritaire, qu'il y a moins de risques du fait que les nouvelles machines sont enfermées et qu'on a pas besoin d'y mettre les mains.

Certaines mesures préventives sont à signaler, telles que l'utilisation d'un liquide de coupure inodore, non toxique, qui ne brûle pas la peau, et qui nécessite d'être changé aux six mois seulement. En ce qui a trait aux risques de maladies professionnelles, la section

d'ébarbage, située en aval de la section d'usinage et de fabrication numérique proprement dite, a été signalée puisque les travailleurs se retrouvent parfois avec des douleurs musculaires, des poignets cassés, des tendinites. Cette situation provient du fait que les ébarbeurs (euses) enlèvent à la main, au moment de la finition, les bavures et les morceaux de métal laissés par la MOCN; le tout est exécuté avec un grattoir, la pièce étant posée sous un microscope. La position du cou, la tête demeurant penchée plusieurs heures, occasionne des douleurs au niveau de la colonne vertébrale.

Le seul problème qui a été rapporté concerne les efforts d'attention et la situation d'attente du travailleur qui doit surveiller étroitement les opérations afin d'éviter la détérioration du matériel et du produit.

4.4 Autonomie au travail

Il s'agit ici du degré d'initiative que l'opérateur de MOCN a la possibilité de démontrer. L'initiative est définie comme la « non-limitation de l'autonomie du travailleur, c'est-à-dire que celui-ci a la possibilité, dans une certaine mesure, de choisir sa méthode de travail, son rythme, qu'il peut contrôler son travail » (LEST, 1975).

Nous avons retenu trois critères pour caractériser le degré d'initiative. En premier lieu, une question d'appréciation générale sur cet aspect a été posée aux deux catégories de répondants, gestionnaires et travailleurs. Les deux autres critères sont les suivants: la possibilité pour l'opérateur de contrôler la vitesse de la machine ainsi que la possibilité de contrôler son rythme de travail. Le tableau 2.7 résume les données obtenues auprès des opérateurs de MOCN sur chacun de ces éléments, en comparaison avec la situation qui prévalait lorsqu'ils travaillaient avec la machine-outil classique.

Tableau 2.7
AUTONOMIE AU TRAVAIL POUR L'ENSEMBLE DES OPÉRATEURS DE MOCN ET COMPARAISON AVEC LA SITUATION ANTÉRIEURE

Caractéristiques	Situation actuelle			Comparaison avant (MOC)/après (MOCN)			
	Élevée	Faible	Total[1]	Plus grande qu'avant	Égale	Moins grande qu'avant	Total[2]
	Nb (%)			Nb (%)			
Initiative	28 (68)	13 (32)	41 (100)	14 (40)	14 (40)	7 (20)	35 (100)
Possibilité de contrôler la vitesse de la machine	25 (63)	15 (37)	40 (100)	10 (29)	13 (39)	11 (32)	34 (100)
Possibilité d'ajuster le rythme de travail	17 (42)	23 (58)	40 (100)	8 (23)	19 (56)	7 (21)	34 (100)

1. Nous avons exclu les non-réponses.
2. Nous avons exclu les opérateurs qui n'ont jamais travaillé avec une MOC et ceux qui n'ont pas répondu à la question.

Initiative nécessaire

Sur le plan de l'appréciation générale faite par les gestionnaires sur l'initiative nécessaire pour faire fonctionner une MOCN ou un centre d'usinage, neuf employeurs sur dix estiment que les opérateurs surveillants ont moins de possibilités de démontrer un esprit d'initiative que les opérateurs de MOC. Les remarques les plus caractéristiques des employeurs à ce sujet portent sur le fait que le machiniste travaillant avec une machine-outil classique doit se représenter la pièce à usiner, vérifier les dimensions, être toujours en garde durant l'usinage, alors que l'opérateur surveillant une MOCN a moins de décisions à prendre puisque l'usinage est programmé et qu'il n'a, par conséquent, qu'à surveiller l'exécution de l'opération.

Au sujet des opérateurs intervenants de MOCN, les employeurs expriment un point de vue fort différent. Ainsi, six employeurs sur huit considèrent que le fonctionnement d'une machine-outil à commande numérique exige plus d'initiative et comporte plus de responsabilités puisque les opérateurs peuvent faire un peu de programmation, amener des correctifs au niveau du montage ou encore apporter des suggestions pour la programmation et, ainsi, aider à l'amélioration de la production.

L'enquête auprès des opérateurs présente des résultats assez similaires à ceux recueillis auprès des employeurs (tableau 2.7). Au total, plus de 68 % (soit 28 sur 41) des opérateurs considèrent que faire fonctionner une machine-outil à commande numérique demande beaucoup d'initiative personnelle, les autres estimant que l'utilisation de ce nouvel équipement n'exige qu'un peu d'initiative seulement. Cependant, alors que la totalité des opérateurs intervenants pensent que leur travail exige beaucoup d'initiative, moins de la moitié des opérateurs surveillants font cette évaluation. Un écart aussi marqué s'explique par le contenu plus large et plus complexe des tâches de l'intervenant.

Enfin, dans l'ensemble, environ 40 % des opérateurs considèrent que le travail avec une MOCN exige plus d'initiative personnelle qu'avec une MOC, alors que la même proportion d'opérateurs jugent cette exigence équivalente dans les deux cas et que 20 % l'estiment moins grande pour des MOCN.

Outre cette appréciation globale du degré d'initiative des travailleurs, nous avons voulu caractériser cet aspect par des indicateurs particuliers. Il s'agit, d'une part, de la possibilité de contrôler la vitesse de sa machine et, d'autre part, de celle de contrôler son rythme de travail.

Possibilité de contrôler la vitesse de sa machine

Nous pensions que la possibilité de modifier la vitesse de la machine pouvait définir une certaine possibilité d'initiative de l'ouvrier dans le procédé opératoire.

Il convient d'abord de comparer le contrôle de la vitesse de fonctionnement effectué respectivement par l'opérateur d'une machine-outil classique et par l'opérateur d'une machine-outil à commande numérique. L'opérateur d'une machine-outil classique peut contrôler manuellement la vitesse de sa machine. Il peut donc baisser ou augmenter le flux de production, ce qui lui accorde un minimum de flexibilité sur le plan du rythme de travail. La machine-outil à commande numérique est, pour sa part, généralement munie d'un système électronique permettant de bloquer la vitesse de fonctionnement; cependant, aucun établissement visité ne l'utilisait de façon stricte. Dans la plupart des cas, toutefois, l'opérateur surveillant ne peut abaisser la vitesse imposée par le programme sans la permission de son contremaître ou du programmeur. Seul l'opérateur intervenant peut le faire, sans justification, mais avec l'obligation, dans au moins un tiers des cas relevés, d'en discuter avec le programmeur ou le contremaître.

Malgré ces restrictions, les données recueillies auprès des opérateurs de MOCN indiquent que 63 % (soit 25 sur 40) d'entre eux considèrent plutôt élevé leur contrôle de la vitesse de la machine, alors que 37 % n'y voient qu'un faible contrôle. Il faut ainsi en conclure que la possibilité de modifier la vitesse de la machine, avec la permission du supérieur, leur offrirait assez de latitude.

L'utilisation de la MOCN modifierait peu le contrôle de la vitesse de fonctionnement. Ainsi, 29 % des opérateurs jugent plus grandes les possibilités de contrôler la vitesse d'une MOCN comparativement à une MOC, alors qu'une proportion semblable (soit 32 %) d'opérateurs y voient moins de possibilités, et que 39 % d'entre eux ne constatent aucun changement sur cet aspect.

Possibilité d'ajuster son rythme de travail

Il ne s'agit pas ici d'une mesure précise de la cadence proprement dite, mais d'une évaluation de la plus ou moins grande liberté qu'a le travailleur de modifier son rythme de travail, en accélérant, par exemple, à certains moments donnés pour pouvoir ralentir à d'autres. La possibilité pour le travailleur d'ajuster son rythme de travail détermine sa plus ou moins grande dépendance à l'égard du processus d'opération.

De l'avis des gestionnaires interrogés, l'utilisation de la MOCN modifierait à la hausse les cadences et diminuerait la possibilité de contrôler son rythme de travail. Cinq cadres signalent que les opérateurs de MOCN doivent travailler plus vite, qu'ils ont moins de liberté et peuvent plus difficilement que dans l'utilisation des MOC justifier un rendement inférieur. Deux autres répondants signalent que le rythme de travail des opérateurs de MOCN est prédéterminé, la vitesse de fonctionnement étant fixée par le programme, sans préciser toutefois si le rythme de travail est plus élevé qu'auparavant. Enfin, seul un employeur estime que le rythme de travail avec une MOCN est moins élevé qu'avec une MOC, alors que deux autres n'y voient aucun changement.

Le point de vue des opérateurs diffère peu de celui des employeurs puisque 42 % (soit 17 sur 40) d'entre eux estiment que les possibilités d'ajuster le rythme de travail sont élevées, alors que 58 % évaluent ces possibilités comme étant faibles (voir tableau 2.7). Il semble plus facile pour l'opérateur d'ajuster son rythme de travail lorsqu'il conduit une machine seulement, ou plusieurs machines à tour de rôle, que lorsqu'il doit faire fonctionner plusieurs machines simultanément. Le fait aussi d'assumer des tâches de programmation permet aux opérateurs de mieux contrôler et ajuster leur rythme de travail.

Alors que les cadres considèrent le rythme de travail des opérateurs plus élevé qu'auparavant, les opérateurs eux-mêmes estiment que l'utilisation d'une machine à commande numérique modifie très peu en soi le rythme de travail, les possibilités d'ajustement étant plutôt équivalentes d'une numérique à une classique. Le rythme de travail avec une MOCN serait alors moins imputable aux caractéristiques de la machine elle-même qu'au mode d'organisation du travail privilégié (répartition des tâches entre les opérateurs, mode de fonctionnement des machines, etc.).

4.5 Contraintes de production et de temps

Les objectifs de production à atteindre, les pressions exercées sur les travailleurs pour répondre aux attentes et respecter les délais de réalisation, qui sont des facteurs de tension nerveuse et de fatigue physique, constituent autant d'indices permettant de caractériser la charge mentale du travail.

Il s'agit ici d'évaluer la charge de travail des opérateurs de MOCN et de décrire les modalités de contrôle du rendement au travail, tout en comparant avec la situation d'une machine-outil classique. Le tableau 2.8 présente l'évaluation des opérateurs sur ces aspects des conditions de travail.

Contrôle de production et quantité de travail

La majorité des opérateurs de MOCN, qu'ils soient surveillants ou intervenants, comme la majorité des machinistes traditionnels, doivent respecter des quotas de production. Une estimation du temps pour produire chaque pièce est généralement établie. Par contre, les informations fournies par les employeurs ont permis de relever deux cas où le contrôle des quotas de production est plus strict pour les opérations effectuées avec une machine à commande numérique qu'avec une machine classique. Dans un de ces cas, il s'agit d'un système MRP (*materiel requirement planning*), soit un système de contrôle des matières et ressources qui permet de planifier tout le processus de production. Ce système relève, entre autres, la durée des opérations pour chacune des pièces fabriquées sur chacune des machines et par chacun des opérateurs ayant réalisé cette production.

Tableau 2.8
CONTRAINTES DE PRODUCTION ET DE TEMPS POUR L'ENSEMBLE DES OPÉRATEURS DE MOCN ET COMPARAISON AVEC LA SITUATION ANTÉRIEURE

Caractéristiques	Situation actuelle (MOCN)					Comparaison avant (MOC) / après (MOCN)			
	Très élevé(e)	Plutôt élevé(e)	Plutôt faible	Très faible	Total[1]	Plus grand(e) qu'avant	Égal(e)	Moins grand(e) qu'avant	Total[2]
	Nb (%)					Nb (%)			
Quantité de travail à produire	9 (23)	28 (72)	2 (5)	0 (0)	39 (100)	28 (82)	5 (15)	1 (3)	34 (100)
Pression pour rencontrer les échéances	7 (17)	17 (43)	16 (40)	0 (0)	40 (100)	12 (35)	19 (56)	3 (9)	34 (100)
Temps morts (fréquence)	0 (0)	4 (10)	27 (68)	9 (22)	40 (100)	7 (21)	13 (38)	14 (41)	34 (100)

1. Nous avons exclu les non-réponses.
2. Nous avons exclu les opérateurs qui n'ont jamais travaillé avec une MOC et ceux qui n'ont pas répondu à la question.

Les informations recueillies auprès des opérateurs démontrent que, selon leur évaluation, la quantité de travail fournie est très élevée dans 23 % (soit neuf sur 39) des cas, plutôt élevée pour 72 % d'entre eux et plutôt faible pour les autres (5 %) (voir tableau 2.8). Alors que rien de significatif n'apparaît entre cette variable et le nombre de mois de travail avec une MOCN ou encore l'âge des opérateurs, l'évaluation que font les opérateurs de leur charge de travail varie cependant selon le nombre de machines utilisées et selon le mode de fonctionnement de ces machines. De façon générale, la grande majorité des opérateurs de MOCN (soit 82 %) estiment fournir une plus grande quantité de travail que lorsqu'ils travaillaient avec une MOC.

Pression pour respecter les échéances et temps morts

Comme autre aspect de la charge de travail des opérateurs, la pression exercée auprès des opérateurs pour respecter les échéances de travail est une variable intéressante. Dans l'ensemble, 60 % (24 sur 40) des opérateurs évaluent que cette pression est élevée, alors que 40 % d'entre eux la considèrent plutôt faible (voir tableau 2.8). Toutefois, un peu plus du tiers des opérateurs considèrent que l'introduction de la machine à commande numérique modifie plutôt à la hausse la pression pour respecter les échéances, et 56 % d'entre eux n'y voient aucun changement.

En ce qui concerne la fréquence des temps morts, l'évaluation des employeurs est assez partagée. Des dix employeurs interrogés, quatre considèrent que le processus de fabrication numérique entraîne moins de temps morts que le processus classique, alors que trois répondants signalent une augmentation des temps morts, l'un d'entre eux l'expliquant par le fait que le temps de préparation de la machine (montage-réglage) est long. Trois employeurs n'ont remarqué aucun changement à ce chapitre.

Pourtant, sur l'ensemble des opérateurs interrogés, seulement 10 % (soit quatre sur 40) estiment que les temps morts sont élevés; 68 % d'entre eux les considèrent comme étant plutôt faibles, et 22 % comme étant très faibles (voir tableau 2.8). Les temps morts sont plus élevés pour ceux qui travaillent avec plusieurs machines à tour de rôle que pour ceux qui font fonctionner plusieurs machines en même temps ou même une seule machine. De façon générale, les informations fournies par les opérateurs de MOCN indiquent que les temps morts sont ou bien moins fréquents (41 % des cas), ou bien équivalents (38 % des cas) par rapport à la situation qui prévalait lorsqu'ils travaillaient avec une machine-outil classique.

4.6 Effets de la charge mentale du travail sur la fatigue physique et la tension nerveuse

Nous avons analysé jusqu'à présent certains indices de la charge mentale du travail. De façon générale, l'opérateur dont le rôle se limite à la surveillance des usinages connaît une sous-charge assez évidente au niveau de certains aspects de son travail. La situation de monotonie ressentie par l'opérateur surveillant, l'emploi peu fréquent des capacités de jugement, le niveau plutôt faible d'attention et de concentration nécessaires, le degré peu élevé d'initiative pour effectuer le travail expliquent cet état de sous-charge.

La situation est bien différente pour l'opérateur qui a comme fonction non seulement la conduite de la machine, mais la préparation du travail et le montage des outils aussi bien que le contrôle de la programmation. La variété des activités, l'utilisation des capacités de jugement, d'attention et de concentration, la possibilité de maîtriser le travail et d'avoir quelque initiative permettent à ce travailleur d'enrayer la monotonie, de donner plus d'intérêt au travail et de considérer sa charge mentale de travail satisfaisante.

Par ailleurs, en ce qui a trait aux contraintes de production et de temps, les conditions de travail demeurent similaires pour les deux catégories d'opérateurs; il s'agit plutôt d'une surcharge puisque le rendement exigé est élevé, les échéances sont souvent impératives et les temps morts, très peu élevés.

Ces divers indices de la charge mentale du travail qui ont fait l'objet d'analyse jusqu'ici couvrent le niveau d'exigence de la tâche. Il serait maintenant intéressant, avant de conclure ce chapitre, d'en étudier les effets sur la fatigue physique et la tension nerveuse.

Le travail avec les MOCN requiert, de fait, beaucoup moins d'effort physique mais entraîne, par contre, passablement de tension nerveuse. Ainsi, sept employeurs sur dix estiment que le travail avec une MOCN est moins fatigant qu'avec une machine-outil classique; il s'agit ici de la catégorie des opérateurs surveillants. Pour la catégorie des opérateurs intervenants, quatre employeurs sur huit considèrent le travail comme moins fatigant physiquement, tandis que trois autres n'y voient aucun changement et qu'un seul estime ce travail plus fatigant.

Autant pour les opérateurs surveillants que pour les opérateurs intervenants, le travail avec une MOCN est jugé par les gestionnaires plus stressant qu'avec une machine-outil traditionnelle. Les principales causes de tension nerveuse identifiées sont reliées à la rapidité de la machine, à une surveillance plus serrée et au contrôle plus étroit de la production, ou encore à la situation d'attentisme de l'opérateur qui génère des craintes et des frustrations dans le cas de collision, puisque ce dernier n'est pas toujours en mesure d'intervenir à temps et de prévenir les accidents.

L'enquête auprès des opérateurs révèle que le travail avec une MOCN exige effectivement plus d'effort mental que physique; 7 % seulement des 41 opérateurs mentionnent que ce travail demande beaucoup d'effort physique, alors que 54 % d'entre eux considèrent qu'il faut fournir beaucoup d'effort mental (tableau 2.6).

De plus, les opérateurs signalent que l'effort mental fourni est plus grand lorsque des tâches de programmation font partie de leurs fonctions. Par ailleurs, la polyvalence des fonctions, soit le fait de travailler avec plusieurs machines simultanément ou alternativement, exige beaucoup plus d'effort mental que le fait de travailler avec une seule machine. Enfin, l'utilisation de la MOCN vient modifier à la hausse le niveau d'effort mental requis; au total, 64 % des opérateurs considèrent que le travail avec une MOCN implique un plus grand effort mental, alors que l'effort physique exigé serait plutôt équivalent ou moins grand qu'avec une MOC.

Enfin, parmi les principaux problèmes de santé soulignés par les travailleurs, nous retrouvons, par ordre d'importance, la tension nerveuse (39 %), la fatigue excessive (24 %), l'insomnie (17 %), les maux de tête (12 %) et les douleurs dorsales (12 %). Ces pourcentages correspondent à la proportion des opérateurs qui se disent souvent, ou parfois, aux prises avec ces problèmes. En comparant leur situation antérieure, alors qu'ils travaillaient avec une machine-outil classique, les opérateurs de MOCN estiment qu'ils souffrent plus souvent qu'avant de tension nerveuse élevée.

CHAPITRE 5

Les salaires

Lorsque l'on considère les relevés et les remarques des employeurs relativement aux salaires de base payés aux travailleurs affectés aux MOCN, comparativement à ceux payés aux opérateurs de MOC, nous voyons apparaître des différences notables dans l'appréciation de la complexité des tâches reliées aux nouvelles machines. En effet, des dix établissements visités possédant des MOCN, quatre offrent aux opérateurs de MOCN un salaire supérieur à celui accordé aux opérateurs de MOC, quatre paient aux deux types d'opérateurs les mêmes salaires, alors que deux autres établissements accordent un salaire inférieur pour opérer une MOCN à celui offert pour une MOC.

Les raisons avancées pour justifier ces modifications sont des plus diverses. Entre autres, pour justifier un salaire inférieur aux opérateurs de MOCN, on dit que « l'opérateur d'une machine-outil classique (MOC) doit être mieux rémunéré parce que ça exige plus de compétence; même un ouvrier médiocre peut travailler avec une machine à commande numérique »; ou encore qu'il « existe un système de pointage selon la complexité des tâches, et comme la tâche avec une MOCN est moins complexe, on a diminué les salaires ».

D'autres établissements accordent les mêmes salaires aux deux catégories de machinistes, soit parce qu'ils jugent le travail de « l'opérateur d'une MOC à peu près égal à celui de l'opérateur d'une MOCN », ou qu'ils pensent, étant donné les nombreuses années d'expérience de leurs opérateurs de MOCN, devoir leur payer des salaires aussi élevés que ceux accordés aux opérateurs de MOC; il s'agit d'anciens opérateurs qualifiés qui ont été placés auprès de nouvelles machines avec garantie d'un salaire de niveau équivalent.

Dans trois des quatre cas où des salaires supérieurs sont accordés aux opérateurs de MOCN, les répondants disent avoir accordé « une rémunération de 15 % plus élevée de façon générale », « une prime de 3 % », ou encore payé des salaires plus élevés aux plus anciens tout en tâchant de garder au même niveau les opérateurs affectés à la MOCN et à la MOC; enfin, l'un des établissements accorde un meilleur salaire aux opérateurs de MOCN, comparativement à celui qui leur était payé alors qu'ils exerçaient un métier non spécialisé.

Le tableau 2.9 présente une comparaison des salaires horaires minimum et maximum payés aux opérateurs de machines-outils à commande numérique et aux opérateurs de machines-outils classiques dans les entreprises visitées. Au total, les salaires minimum et maximum offerts aux opérateurs de MOCN pour l'ensemble de ces entreprises sont plus élevés; ils varient entre 9,74 $ et 12,37 $ pour l'opérateur de MOCN, alors qu'ils sont de 9,63 $ à 11,63 $ pour l'opérateur de MOC. Les petites entreprises offrent en moyenne un salaire de départ plus bas que les grandes entreprises aux deux catégories de travailleurs (MOCN et MOC), alors que le salaire maximum accordé équivaut à celui de la grande entreprise.

Tableau 2.9
SALAIRE HORAIRE MINIMUM ET MAXIMUM POUR LES OPÉRATEURS DE MOCN ET DE MOC

Entreprise	MOCN		MOC		Remarques[1]
	Min.	Max.	Min.	Max.	(↑, =,↓)
A	9,49 $	11,31 $	—	—	=
B	10,00 $	10,00 $	10,52 $	10,52 $	↓
C	12,40 $	12,40 $	12,00 $	12,00 $	↑
D	12,50 $	12,50 $	12,50 $	12,50 $	=
E	12,00 $	14,00 $	12,00 $	14,00 $	=
Grandes	11,28 $	12,04 $	11,75 $	12,25 $	plutôt =
F	11,00 $	13,00 $	9,00 $	12,00 $	↑
G	13,00 $	14,00 $	10,00 $	11,00 $	↑
H	6,00 $	13,50 $	—	—	↓
I	4,00 $	12,00 $	4,00 $	12,00 $	=
J	7,00 $	11,50 $	7,00 $	9,00 $	↑
Moyennes et petites	8,20 $	12,70 $	7,50 $	11,00 $	plutôt ↑
Taux moyen	9,74 $	12,37 $	9,63 $	11,63 $	

— Données non disponibles.

1. ↑ signifie que le salaire accordé à l'opérateur de MOCN est plus élevé que celui accordé à l'opérateur de MOC.
↓ signifie que le salaire accordé à l'opérateur de MOCN est moins élevé que celui accordé à l'opérateur de MOC.
= signifie que les salaires de l'opérateur de MOCN et de MOC sont égaux.
À noter que dans certains cas, les gestionnaires interrogés sur ce sujet nous ont fait la comparaison des salaires en précisant s'il s'agissait d'une ↑, ↓ ou =, sans toutefois indiquer les montants accordés.

CHAPITRE 6

Intérêt et satisfaction au travail

La conversion de leurs instruments de travail en des unités informatisées et modernes a créé un mouvement d'intérêt et de satisfaction chez les travailleurs, intérêt qui varie cependant selon le type d'opérateur.

Dans les huit établissements visités ayant des opérateurs intervenants, cinq employeurs constatent une hausse d'intérêt et de satisfaction au travail, contre deux qui signalent une baisse à ce chapitre, alors qu'un autre n'observe pas de changement. Par contre, chez les opérateurs surveillants, on remarque moins d'intérêt et de satisfaction au travail. Ainsi, des dix établissements ayant des opérateurs surveillants, cinq employeurs signalent davantage d'intérêt au travail contre quatre qui en voient moins; huit des dix employeurs ont remarqué une baisse de satisfaction au travail.

Certaines observations valent autant pour l'intérêt que pour la satisfaction au travail. Les travailleurs qui sont à la fois intéressés et satisfaits au travail le sont en raison de la nouveauté des équipements et des tâches. On nous signale que « les gars aiment ça », qu'« ils font des « offset » pour trouver des trucs pour aller plus vite ». Par ailleurs, ces postes créent même de la jalousie: « les gars veulent apprendre à opérer ces nouvelles machines et jalousent ceux qui savent les programmer ». Les travailleurs nouvellement affectés à la MOCN deviennent plus motivés après la période de formation et, dans deux cas particulièrement, les employeurs signalent que les opérateurs sont intéressés à parfaire leur formation en matière de programmation des machines.

Le caractère répétitif ou non du travail avec une MOCN a un effet sur le degré de satisfaction et d'intérêt des travailleurs. L'utilisation d'une MOCN permet de réaliser des pièces plus complexes, ce qui rend le travail plus satisfaisant. Par contre, lorsqu'il faut faire des morceaux à répétition, ce travail est jugé moins intéressant à la longue.

Des points particuliers peuvent être signalés sur chacun des aspects que sont l'intérêt et la satisfaction au travail. Ainsi, nous notons que certains machinistes semblent intéressés au départ; il s'agit de personnes ayant un certain attrait pour la nouveauté et les équipements modernes. Autre cas particulier, l'homme de métier qui réalise un ouvrage de précision ne veut pas tellement travailler avec la MOCN. Il s'agit du *tool maker* qui n'est pas satisfait parce qu'il sent que le travail lui échappe: parfois, il ne fait que changer les pièces.

L'enquête auprès des opérateurs démontre un niveau d'intérêt et de satisfaction au travail assez soutenu (tableau 2.10). Ainsi, 44 % des répondants se disent très satisfaits, 46 % assez satisfaits, tandis que 10 % seulement expriment une insatisfaction au travail. On remarque que les opérateurs de 30 ans et plus manifestent plus de satisfaction que les plus jeunes opérateurs. L'intérêt au travail sera d'autant plus élevé selon que les travailleurs aient eu ou non le choix de travailler avec cette nouvelle machine. De plus, pas moins de 83 % des opérateurs interrogés estiment que le fait de travailler avec cette nouvelle machine a amélioré leur intérêt au travail.

De même, la majorité des opérateurs (83 %) sont satisfaits des possibilités qu'offre cette nouvelle machine de mettre en valeur leurs capacités, les opérateurs intervenants étant cependant plus satisfaits à cet égard que les opérateurs surveillants. Aussi, le fait d'avoir eu le choix de travailler avec une MOCN augmente le taux de satisfaction sur ce point. Là encore, 80 % des opérateurs considèrent que l'utilisation de cette machine a davantage permis de mettre en valeur leurs capacités (tableau 2.10).

Tableau 2.10
INTÉRÊT ET SATISFACTION AU TRAVAIL POUR L'ENSEMBLE DES OPÉRATEURS DE MOCN ET COMPARAISON AVEC LA SITUATION ANTÉRIEURE

Caractéristiques	Situation actuelle (MOCN)					Comparaison avant (MOC) / après (MOCN)			
	Très satisfait	Assez satisfait	Peu satisfait	Insatisfait	Total	Amélioration	Aucun changement	Détérioration	Total[1]
	Nb (%)					Nb (%)			
Intérêt au travail	18 (44)	19 (46)	4 (10)	0 (0)	41 (100)	29 (83)	5 (14)	1 (3)	35 (100)
Mise en valeur des capacités	19 (46)	15 (37)	6 (15)	1 (2)	41 (100)	28 (80)	6 (17)	1 (3)	35 (100)
Possibilités d'avancement	7 (17)	14 (34)	13 (32)	7 (17)	41 (100)	13 (37)	22 (63)	0 0	35 (100)

1. Nous avons exclu les opérateurs qui n'ont jamais travaillé avec une MOC et qui n'ont pas répondu à la question.

Le niveau de satisfaction des travailleurs à l'égard de leurs possibilités d'avancement est plutôt mitigé, la moitié étant satisfaits, l'autre moitié ne l'étant pas. La plupart des opérateurs (63 %) considèrent que l'utilisation d'une MOCN ne modifie en rien les possibilités d'avancement; les autres (37 %) y voient toutefois une amélioration (tableau 2.10).

De façon générale, on peut dire que le niveau d'intérêt et de satisfaction au travail avec une MOCN est élevé. Ainsi, 95 % des opérateurs interrogés affirment que s'ils devaient choisir entre opérer une machine classique ou une à commande numérique, ils accepteraient sans hésiter de travailler avec une MOCN. De plus, 85 % des opérateurs recommanderaient fortement l'utilisation de cette machine aux travailleurs qui songeraient à en faire usage.

Avant de clore ce chapitre, il nous apparaît intéressant de citer les quelques commentaires généraux recueillis auprès des opérateurs qui, tout en faisant valoir leur intérêt pour ce travail, indiquent leurs principales aspirations.

— « On ne nous laisse pas assez la chance de programmer. »

— « On n'opère pas assez d'autres machines, ce qui améliorerait nos connaissances et notre expérience, tout en changeant la routine, ce qui rendrait le travail plus intéressant. »

— « C'est une opération intéressante, c'est un défi de connaître plus en fonction des ordinateurs. »

— « On a peu de chances d'avancement. »

— « Le défaut des machines à contrôle numérique est la répétition et certains jours, on retournerait avec les machines classiques pour pouvoir penser plus à tous les jours. »

— « Je crois qu'on devrait reclassifier ces machines selon l'expérience de tous et chacun. »

— « Les machines à contrôle numérique sont très intéressantes si on nous laisse faire nos « *set-up* » et l'ajustement courant. Quant à la production, on devient un peu robot. La compagnie pour laquelle je travaille m'a tout appris sur le contrôle numérique et elle me laisse faire quelques « *set-up* » et tout l'ajustement courant. Si j'étais simple opérateur, je ne travaillerais pas avec les machines à contrôle numérique. »

Par ces commentaires, on se rend compte que l'enjeu principal se situe au plan de la maîtrise du travail, du contrôle du processus opératoire par le travailleur du début jusqu'à la fin, c'est-à-dire à partir de la programmation jusqu'au contrôle des usinages.

Conclusion

L'introduction de la machine-outil à commande numérique dans les ateliers modifie le contenu des tâches des opérateurs, leur charge et leurs conditions de travail en général. La nature et l'importance de ces changements sont cependant directement reliées au type d'organisation du travail privilégié dans l'atelier, aux habitudes et au climat de travail régnant dans l'entreprise, et, enfin, à un ensemble de facteurs souvent indépendants de la technologie elle-même. Cela nous amène à considérer l'implantation de la MOCN, comme de plusieurs nouvelles technologies comme n'ayant pas d'effet homogène sur les conditions de travail, mais des impacts variables selon les modèles d'organisation. Ainsi, le choix des établissements de restreindre ou d'élargir les fonctions des opérateurs de MOCN, à des rôles de surveillance et de conduite simple des machines ou d'intervention plus large au niveau du réglage-montage et de la programmation des machines, conduit à des situations différentes sur le plan des conditions de travail en général et de la charge mentale du travail en particulier.

On ne peut donc conclure de façon stricte à une déqualification ou à une requalification du travail, à une homogénéisation et banalisation du travail ou à un enrichissement des tâches, les deux tendances demeurant présentes dans les organisations à la suite de l'introduction de la MOCN. Cependant, la première tendance, celle de l'appauvrissement du travail, est encore largement courante si l'on tient compte du fait que les employeurs préfèrent recruter de jeunes ouvriers peu expérimentés pour travailler avec ces machines, laissant les tâches plus complexes de réglage et de montage aux machinistes expérimentés et celles de lancement et de modification des programmes aux programmeurs. De là, la prédominance des opérateurs surveillants dans les ateliers, par opposition aux opérateurs intervenants.

Les résultats de l'enquête révèlent, sur le plan des caractéristiques du travail, que le travail de l'opérateur intervenant exige plus d'initiative, de jugement, d'attention, de concentration, de précision et d'effort mental que celui de l'opérateur surveillant. De même, sur le plan de l'autonomie au travail, en ce qui a trait plus particulièrement au contrôle de la vitesse de la machine et aux possibilités d'ajuster le rythme de travail, l'opérateur intervenant est avantagé. Enfin, ce dernier estime pouvoir davantage mettre en valeur ses capacités.

De façon générale, en comparaison avec l'utilisation de la machine-outil classique, l'opération d'une machine-outil à commande numérique requiert plus d'attention et de concentration ainsi que d'effort mental. L'utilisation de la MOCN permet d'augmenter le volume de production dans le cadre d'échéanciers plus courts, avec un minimum de temps morts, ce qui entraîne pour l'opérateur une augmentation de sa charge de travail. Cette dernière constatation et celle ayant trait aux exigences d'attention et d'effort mental ne sont pas étrangères au fait que les opérateurs souffrent plus souvent qu'avant de stress élevé. Nous avons aussi constaté que l'utilisation de la MOCN n'a pas d'incidence marquée sur le plan des salaires.

L'utilisation de la machine-outil à commande numérique suscite cependant beaucoup d'intérêt et de satisfaction ; à l'usage, les travailleurs ne voudraient pas revenir à la machine-outil traditionnelle. Les opérateurs de MOCN interrogés font montre, finalement, de beaucoup de collaboration face à l'introduction de cette technologie ; cette nouvelle machine leur facilite certainement la tâche à plusieurs égards. Toutefois, la plupart souhaitent que leur savoir-faire soit mis en valeur afin qu'ils puissent contrôler l'ensemble du processus du travail, en évitant une fragmentation excessive des tâches et une banalisation de leurs fonctions.

TROISIÈME PARTIE

L'impact des robots sur les ressources humaines et les conditions de travail

Gabriel Laroche et Carmelle Benoit

Introduction

La situation des robots dans l'industrie québécoise ne présente pas les mêmes possibilités d'étude que dans le cas de la machine-outil à commande numérique. Leur implantation est beaucoup moins étendue et beaucoup plus récente que cette dernière. Les répercussions sur l'emploi global sont très réduites à venir jusqu'à présent, étant donné le nombre limité de robots implantés dans l'industrie. Pour toutes ces raisons et à cause du nombre très restreint d'entreprises documentées (au nombre de trois), nous avons donné une importance moins grande au traitement des impacts des robots sur le milieu de l'entreprise.

CHAPITRE PREMIER

L'impact des robots sur l'emploi et les ressources humaines

1.1 La situation au Québec et au Canada

Actuellement, on estime à environ 150 le nombre de robots industriels utilisés au Québec. C'est donc dire que dans ce domaine, le Québec en est aux premiers balbutiements. Cela est vrai d'ailleurs pour le Canada en son entier qui, avec son parc de 1 300 robots[1], se classe loin dans l'ordre des pays industriels développés, loin derrière des pays comme le Japon et les États-Unis qui disposaient respectivement en 1986 de 27 000 et 15 000 robots industriels. Le Japon demeure sans contredit la première puissance robotique mondiale, tant pour l'utilisation que pour la fabrication de ces machines. La considération de la taille économique des différents pays donne une idée plus juste de l'importance relative des parcs robotiques, comme l'illustre le tableau 3.1. L'écart du Canada en regard des États-Unis, avec des taux respectifs de 3,7 et de 4,7 robots par 10 000 employés, est ramené à des proportions plus justes tandis qu'un petit pays comme la Suède (20,2) affirme sa prépondérance de façon marquée.

Tableau 3.1
NOMBRE DE ROBOTS PAR 10 000 EMPLOYÉS (1984)

Japon	32,1	Belgique	5,9
Suède	20,2	États-Unis	4,7
Allemagne de l'Ouest	7,2	Italie	3,9
Tchécoslovaquie	7,2	Canada	3,7
France	6,9	Royaume-Uni	3,1

Source : *The Market of Flexible Automation Equipment*, Ontario Ministry of Industry, Trade and Technology, novembre 1985.

Au Canada, comme ailleurs dans le monde, la grande utilisatrice de la technique robotique demeure l'industrie automobile, ce qui explique, d'une part, que l'essentiel du parc robotique canadien soit concentré dans une proportion de 80 % en Ontario, province où se retrouve l'essentiel de l'industrie automobile canadienne (véhicules et pièces), et, d'autre part, que la diffusion de cet équipement soit si restreinte au Québec. Jusqu'à tout récemment, la seule usine d'assemblage automobile du Québec, l'usine GM de Sainte-Thérèse, était aux prises avec des difficultés qui l'ont amenée à reporter et à remettre en question son plan de modernisation qui incluait justement l'acquisition d'environ 200 robots.

Les deux principales applications des robots selon leur utilisation actuelle sont les suivantes : 1) l'application de procédés tels que peinture, soudure, polissage, application de colle, etc. ; 2) la manutention incluant la manipulation et le transport des pièces ou des matériaux.

Les applications d'assemblage semblent avoir pris leur essor en 1985 au Canada et devraient connaître une importance croissante avec les années. Ces applications nécessitent des robots plus complexes dotés de capteurs optiques et tactiles qui leur permettent une flexibilité extraordinaire.

1. Voir à ce sujet *Un avenir à employer : un aperçu des technologies de pointe*, par Words Associated et Keith Newton (étude préparée pour le Conseil économique du Canada).

Il convient d'ajouter que, comme dans le cas des machines à commande numérique, le Canada ne produit pas ses propres robots. En 1985, 62 % environ des robots utilisés au Canada étaient de fabrication américaine, 19 % de fabrication japonaise et 18 % de fabrication européenne (Ontario Ministry of Industry, 1985). Mais les statistiques concernant la provenance des nouveaux robots acquis cette année-là indiquent une situation en plein changement. Pour cette année 1985, seulement 10,6 % des nouvelles machines achetées étaient d'origine américaine, 41,4 % d'origine japonaise et 48,4 % d'origine européenne. Tout comme dans le cas des machines à commande numérique et des centres d'usinage, on assiste à la montée en flèche des équipements japonais et, parallèlement, au rétrécissement rapide de la part du marché des Américains.

1.2 Les entreprises étudiées

Précisons, au départ, que pour éviter toute imprécision et, en particulier, pour distinguer le robot du simple bras mécanique ou bras manipulateur, nous avons retenu la définition du « Robote Institute of America » : « Un robot est un manipulateur reprogrammable et multifonctionnel conçu dans le but de déplacer des matériaux, des pièces, des outils ou des dispositifs spécialisés selon des mouvements programmés pour réaliser une variété de tâches. » La définition est centrée sur le principe de la flexibilité et met en valeur la variabilité des tâches que peut accomplir un même robot, moyennant une programmation appropriée.

Nous avons retenu trois entreprises qui utilisaient des robots depuis trois ans au moins, de telle sorte que la période de rodage était passée. Par commodité, nous les appellerons entreprise A, B ou C.

1 – **L'entreprise A**, non syndiquée, environ 500 employés, fabrique des pièces entrant dans la composition des moteurs d'avion et est très engagée dans l'utilisation des nouvelles technologies. Elle se caractérise également par des innovations organisationnelles majeures, basées, entre autres, sur le principe de la polyvalence des employés et la réduction des niveaux hiérarchiques. Elle dispose de 23 robots de manutention pour un coût moyen d'environ 80 000 $ l'unité et de trois robots de procédés d'un coût moins élevé. Les robots sont tous de fabrication américaine ; huit d'entre eux sont en fait des robots de remplacement. La totalité de sa production est expédiée aux États-Unis (vendue à la compagnie mère).

2 – **L'entreprise B**, également non syndiquée, environ 2 000 employés, fabrique des véhicules récréatifs et utilitaires et possède deux robots de soudure de fabrication suédoise (ASEA), achetés au coût de 75 000 $ chacun. Cinquante-trois pour cent de sa production demeure au Canada, le reste étant expédié à l'étranger.

3 – **L'entreprise C**, fabricant de véhicules automobiles (4 000 employés), avait en usage cinq robots à soudure (100 000 $ l'unité), de fabrication américaine (trois) et japonaise (deux). Elle disposait en outre de quatre robots applicateurs de colle sur les garnitures, de fabrication japonaise (90 000 $ l'unité). En plus, elle venait tout juste d'acquérir deux robots de peinture de fabrication française (150 000 $ l'unité). Ce premier groupe de robots était expérimental. L'entreprise comptait se lancer dans la robotisation à haute échelle et voulait se faire les dents avant de foncer. C'est dans ce but également que l'entreprise a engagé, il y a trois ans, 40 jeunes apprentis hommes de métier (électriciens, mécaniciens), finissants de cégep, afin de les former pour préparer cette expansion. Les ouvriers de cette entreprise sont syndiqués. Quatre-vingt-cinq pour cent de la production se dirige vers l'extérieur du Canada.

1.3 Les motifs d'acquisition, les avantages et inconvénients expérimentés

Les entreprises B et C se sont lancées dans l'acquisition des robots pour des motifs essentiellement économiques, soit la rentabilité, l'efficacité et la qualité du produit. Dans le cas de l'entreprise C, l'urgence de la situation concurrentielle de l'industrie automobile mondiale a donné lieu à un mot d'ordre du siège social pour la modernisation des usines. Pour l'entreprise A, c'est la qualité des emplois qui a été la motivation principale. L'entreprise voulait éliminer les emplois ennuyeux, les opérations dangereuses, comme se tenir devant un four très chaud toute la journée, etc. Cette préoccupation, qui est loin d'être un cas exceptionnel, se rencontre souvent dans les entreprises novatrices et soucieuses des relations humaines, ou dans des contextes sociaux très développés. Déjà en 1981, une enquête suédoise sur l'installation de 600 robots révélait que 80 % d'entre eux ont été introduits pour remédier à de mauvaises conditions de travail, comme la monotonie, la chaleur, les travaux lourds, etc. (Commission des communautés européennes, 1983). « À certains égards, les robots sont mieux adaptés au milieu de l'usine moderne que les humains. La répétition leur va à merveille, ils sont à l'épreuve de l'ennui, de la fatigue et des distractions. On peut les construire pour qu'ils résistent aux milieux et aux procédés les plus durs: des niveaux de chaleur, de bruit, de poussière qui seraient insupportables pour des ouvriers » (Words Associated, 1986).

Les avantages constatés à l'expérience ont répondu, dans l'ensemble, aux attentes des entreprises. Signalons que l'entreprise C, qui avait en plus un objectif d'expérimentation, a pu ainsi tester plusieurs sortes de robots pour savoir lesquels étaient les plus appropriés aux conditions particulières de l'entreprise. Par exemple, elle en était déjà arrivée à la conclusion qu'elle ne désirait pas avoir des robots hydrauliques, mais plutôt des robots électriques en raison de leur caractère moins bruyant et de leur entretien plus facile. L'entreprise a également pu former un noyau de spécialistes qui lui seront utiles dans ses projets d'expansion.

Quant aux inconvénients découlant de l'adoption de ces équipements, les entreprises n'en ont pas expérimentés qui soient majeurs. L'entreprise A déplore la lenteur de ces robots (moins rapides que l'opération manuelle), mais convient quand même que cette lenteur est largement compensée par la régularité du flux d'opérations résultant de l'absence de temps morts. L'entreprise C constate, quant à elle, que la formation de spécialistes de l'entretien prend beaucoup de temps (plusieurs années).

1.4 Les politiques d'acquisition et l'attitude des employés

Les trois entreprises concernées ont eu comme politique de faire participer leurs employés lors de l'acquisition des robots. Dans le cas de l'entreprise A, ce sont les employés qui présentent les plans de modification de leur secteur. L'ingénieur amène le soutien quand il y a lieu. Il y a donc une grande implication de l'équipe de production. Les employés de l'entreprise B ont également participé étroitement à l'implantation des robots en faisant des suggestions à la Direction. L'entreprise C, quant à elle, a privilégié le canal syndical plus formel pour communiquer avec les employés.

L'attitude des employés à l'égard des robots dépend, en grande partie, du niveau de communication et de participation qui a procédé à l'implantation de ces équipements. Elle a été positive dans l'ensemble. Dans l'entreprise A, l'attitude est qualifiée d'enthousiaste puisque ce sont les employés eux-mêmes qui demandaient l'installation d'un robot pour leur secteur. Dans l'entreprise B, il y a eu d'abord un peu de méfiance mais à mesure que les employés s'impliquaient, cela s'est transformé en collaboration. L'entreprise C se signale par une situation intéressante; les employés entourant directement les robots sont franchement enthousiastes, mais il règne une certaine méfiance en amont et en aval, à cause d'un certain mystère entourant les unités robotiques et ceux qui y travaillent.

1.5 Les caractéristiques des tâches accomplies par les robots et par les opérateurs de robot

Les tâches accomplies par les robots étaient, dans l'ensemble, des tâches pénibles ou à tout le moins routinières. Pour l'entreprise A, la manutention des pièces dans des fours chauffés à blanc ou dans des bains de produits chimiques représente des opérations dangereuses et des risques importants pour la santé. Les opérateurs des robots qui accomplissent ces tâches jouissent maintenant d'une situation plutôt confortable, même si c'est un peu monotone.

Dans l'entreprise B, la soudure, qui est actuellement réalisée par les robots, se faisait auparavant dans des positions inconfortables, dans la chaleur, la fumée et les éblouissements continus. Donc, un travail répétitif et monotone (pièces en lots) qui entraînait une grande fatigue physique (lourdeur de l'appareil à souder). Maintenant, les opérateurs des robots qui effectuent ces opérations manifestent un intérêt élevé dans leur travail, même s'il persiste un peu de fatigue causée par la station debout et une certaine passivité.

Dans le cas de l'entreprise C, les robots de soudure accomplissent des tâches analogues à celles décrites plus haut (entreprise B). Quant aux robots applicateurs de colle, ils font un travail qui, pour des humains est essentiellement monotone et routinier, mais sans risque particulier. Dans les trois cas, la robotisation de ces opérations signifie l'élimination de postes de travail pénibles ou routiniers.

1.6 L'impact des robots sur le plan professionnel

Programmation

En règle générale, la programmation est moins complexe dans le cas des robots que dans celui des machines à commande numérique et des centres d'usinage. Dans l'entreprise A, étant donné le principe de la polyvalence, la programmation peut être aussi bien le fait de l'opérateur, de l'ingénieur de l'équipe que du technicien en électronique. Elle se fait dans l'atelier — tout le monde est donc à même de programmer — de sorte que si la fonction de programmation existe, le poste de programmeur n'existe pas en tant que tel. Tout le monde, ouvriers et cadres intermédiaires, reçoit une formation complète en robotique, incluant des cours à l'extérieur de l'usine.

Dans l'entreprise B, c'est l'opérateur qui fait également fonction de programmeur. Il reçoit à cet effet une longue formation incluant des cours pratiques et théoriques. Le recrutement s'est fait à l'interne auprès d'anciens soudeurs de huit ans d'expérience s'étant recyclés. La programmation se déroule également dans l'atelier.

La troisième entreprise (C) reflète un style de gestion plus traditionnel où la conception est rigoureusement séparée de l'exécution (comme c'est encore le modèle dominant dans le monde des machines à commande numérique). Ce sont des ingénieurs en électricité qui réalisent la programmation des robots. Ils font, en général, un stage d'une à deux semaines chez le fabricant.

Opération des robots

Dans les entreprises A et B, les opérateurs de robots jouent un rôle actif. En plus de surveiller le robot, l'opérateur fait la mise au point de ces appareils, sélectionne les programmes et peut les modifier si besoin est. S'il y a un problème mécanique ou électronique important, il appelle l'équipe de maintenance. De plus, l'opérateur peut surveiller plusieurs robots à la fois. Dans l'entreprise A, les opérateurs n'avaient, au départ, aucune formation spécifique. Ils avaient été recrutés sur la base d'une 5e secondaire, additionnée de deux ans d'expérience en fabrication. Dans le cas de l'entreprise B, nous savons déjà que ce sont d'anciens soudeurs qui se sont recyclés.

Les opérateurs de l'entreprise C, conformément au modèle en vigueur, ont un rôle strict de surveillance en plus de charger et de décharger les pièces ou les composantes. Ce sont d'anciens assembleurs n'ayant aucune formation particulière qui surveillent les robots effectuant leur travail. On rencontre donc la même dichotomie observée dans le cas des machines à commande numérique entre l'opérateur surveillant et l'opérateur intervenant.

Entretien des robots

C'est la fonction la plus exigeante et la plus complexe en ce qui concerne le robot et c'est celle qui exige la formation la plus longue. C'est la raison pour laquelle l'entreprise C a planifié sur une longue période (plusieurs années) la formation de ses équipes d'entretien en prévision de la robotisation massive.

Dans le cas de l'entreprise A, l'entretien est réalisé par la même équipe de soutien utilisée dans toute l'usine, et qui comprend des ingénieurs spécialisés en robotique, électronique, informatique, etc. L'entretien courant et journalier est pris en charge par l'opérateur lui-même alors que l'équipe de maintenance intervient pour les problèmes sérieux. La situation est à peu près équivalente dans l'entreprise B.

Dans l'entreprise C, enfin, ce sont des hommes de métier (électriciens, mécaniciens, etc.) qui voient à l'entretien courant et au dépannage. Ils font partie des jeunes finissants de cégep recrutés il y a trois ans. Les opérateurs sont déchargés de toute responsabilité sur ce plan, même en ce qui a trait à la maintenance journalière.

1.7 Les mécanismes d'ajustement de l'emploi

L'implantation de robots dans les trois cas étudiés n'a donné lieu à aucune mesure spectaculaire d'ajustement de l'emploi, comme des mises à pied ou des mises à la retraite. Ici encore, comme dans le cas de la machine-outil à commande numérique, le recrutement interne a été la règle, avec le recyclage qu'il sous-tend. Signalons le cas particulier de l'entreprise C qui, ayant planifié l'opération robotisation, avait recruté à l'extérieur depuis trois ans déjà une équipe de jeunes hommes de métier pour les former à la maintenance.

Il faut dire par ailleurs que les trois entreprises en question se prêtaient mal à l'approfondissement de cette question. L'entreprise B mettait en cause seulement deux robots. L'entreprise C s'est engagée dans une initiative à caractère essentiellement expérimental, comme nous l'avons déjà vu. Quant à l'entreprise A, son caractère d'avant-garde au point de vue organisationnel la rend atypique et certainement pas indicative d'une situation générale.

Pour ces raisons, nous avons d'ailleurs traité le thème des effets sur l'emploi dans un contexte général, à travers les expériences et les résultats observés dans d'autres pays, qui ont certainement une valeur indicative pour le Québec.

1.8 Les effets de la robotique sur l'emploi

Les effets des robots sur l'emploi ont donné lieu à beaucoup d'études en Europe, tout particulièrement où le phénomène robotique a suscité de vastes inquiétudes au début des années 80. Le robot, à cause du caractère spectaculaire et symbolique de sa performance technique, résume et symbolise l'anxiété des sociétés face aux menaces de l'automatisation.

Pour cette raison, on a toujours accordé beaucoup d'attention au potentiel de substitution de ces machines.

Ce qui frappe tout d'abord, c'est l'extrême variabilité des coefficients de substitution mis en cause. Si on laisse de côté les approximations très rudimentaires du style « une opinion largement répandue veut qu'en moyenne un robot remplace cinq personnes » (Bolding, 1983), le problème semble persister même dans le cas d'études empiriques et bien documentées. C'est ainsi qu'une recherche menée en Allemagne (Commission des communautés européennes, 1983) sous le patronage du ministère fédéral de la Recherche et de la Technologie, et portant sur des cas réels de robotisation, a montré qu'un robot remplaçait entre 0,8 et 6,2 travailleurs. Cela dépend, entre autres, du travail particulier qu'accomplit le robot (la réduction de personnel est plus élevée dans le cas de la manipulation des pièces que dans celui de la manipulation d'outils) et du nombre d'équipes de travail en service dans l'entreprise.

Dans le même temps, une étude sur les 130 robots installés en Suède en 1976 et 1977 établit que ces derniers ont aboli un nombre égal d'emplois tout en créant 65 emplois nouveaux (surveillance, réparation, entretien). Le coefficient net de réduction serait donc de l'ordre de 0,5. Par ailleurs, la Commission suédoise d'informatique et d'électronique prévoit que d'ici à 1990, les 25 000 ouvriers travaillant dans l'assemblage verront leur nombre réduit de 1 250 (Commission des communautés europeennes, 1983), ce qui, somme toute, est fort peu (rapport de 1/20). La Commission souligne par ailleurs que « Rien ne semble indiquer que le niveau total de l'emploi devrait baisser à cause de l'introduction de techniques nouvelles... Le niveau de l'emploi dépend dans une large mesure de la politique de l'emploi. » Il est donc bien certain que l'introduction de robots a un effet de réduction des postes de travail, mais l'ampleur de cet effet varie selon le type de travail sur lequel la substitution s'est portée et selon la politique de l'entreprise ou des pouvoirs publics, le cas échéant. Advenant une pénétration marquante des robots dans l'industrie, le Québec ne devrait pas craindre des scénarios catastrophiques pour l'emploi, d'autant plus que, selon l'expérience de tous les pays utilisateurs, la majorité des emplois détruits sont des emplois dangereux, pénibles et néfastes pour la santé. Dans beaucoup de pays utilisateurs —États-Unis, Allemagne, Suède— la considération des effets sur l'emploi trouve invariablement une compensation dans les emplois créés au niveau de la fabrication des équipements, mais dans le cas du Québec et du Canada, cet effet de compensation est presque nul. Tant pour les machines à commande numérique que pour les robots et pour les systèmes de conception assistée par ordinateur, le Québec et le Canada sont essentiellement des consommateurs de technologie par rapport aux producteurs que sont les États-Unis, le Japon et d'autres pays européens. Ils font vivre par leurs achats l'industrie des autres pays.

En regard du problème des qualifications, l'expérience tend à montrer que pour les robots manipulateurs d'outils, les postes de travail déplacés sont des postes qualifiés ou semi-qualifiés (peintres, soudeurs à l'arc). La manipulation de pièces implique par contre la suppression d'emplois peu spécialisés de manœuvre, comme le transport de pièces chauffées à blanc ou plongées dans des bains de produits chimiques. Dans l'avenir, surtout avec la mise au point de nouveaux dispositifs techniques, il est prévu une percée importante des robots dans les opérations d'assemblage qui mettent surtout en cause des emplois peu spécialisés. Les opérateurs de robots eux-mêmes peuvent appartenir à deux modèles différents, comme nous l'avons vu antérieurement, soit l'opérateur actif intervenant (enrichissement des tâches), soit l'opérateur passif surveillant (appauvrissement des tâches). Des qualifications accrues seront par contre requises au niveau de l'entretien et de la réparation des robots, d'autant plus qu'il devient impératif dans un contexte d'automatisation d'assurer, sur une base régulière, la bonne marche et la disponibilité d'équipements coûteux et de minimiser le plus possible les périodes d'immobilisation et de non-production.

1.9 L'avenir de la robotisation au Québec

En conclusion, il est sans doute opportun de s'interroger sur les perspectives d'avenir de la technologie robotique au Québec. Il n'est pas invraisemblable qu'on assiste, dans les prochaines années, au vrai décollage de la robotique dans l'industrie québécoise. Trois facteurs pourraient concourir à une diffusion plus large.

1 – *L'élargissement de la base de l'industrie automobile au Québec*, avec la venue de la firme Hyundai, qui doit entrer en production dès 1988, et la possibilité d'un *joint venture* réunissent Bombardier et la firme japonaise Daihatsu pour la production d'une petite automobile à vocation urbaine. D'autre part, General Motors, avec l'annonce d'un plan de rénovation de 450 millions de dollars, vient de lever les doutes qui susbsistaient quant à la survie de cette usine. La seule modernisation de l'usine aura pour résultat de plus que doubler le parc robotique du Québec, puisqu'au moins 200 robots devront être installés au terme du programme de modernisation.

2 – *L'émergence de l'assemblage comme application majeure de la robotique*. Jusqu'à tout récemment, les principales utilisations des robots relevaient de l'application de procédés divers (peinture, soudure, polissage, etc.). L'utilisation des robots dans l'assemblage était pratiquement inexistante jusqu'en 1985, où un grand nombre des nouveaux robots étaient voués à cette fonction. Ajoutons que l'industrie automobile elle-même offre d'énormes possibilités aux applications robotiques de l'assemblage.

3 – *Élargissement des secteurs industriels d'accueil*. L'étude consacrée à la robotique en Ontario (Ontario Ministry of Industry, 1985) a constaté que dans les dernières années, le taux de croissance des nouveaux robots dans les autres secteurs a augmenté plus vite que dans celui du secteur automobile. Les robots installés au Canada se retrouvaient à 90% dans le secteur automobile en 1977, alors qu'ils l'étaient à 70% en 1985. Cette tendance devrait favoriser le Québec, surtout que l'action de conscientisation des pouvoirs publics et des organismes spécialisés commence à porter certains fruits. Divers secteurs offrent de bons potentiels, comme l'industrie du sciage, les mines, l'industrie des plastiques, la préparation et l'empaquetage des aliments (surtout la viande), etc. Ce sont des secteurs industriels solidement implantés au Québec et qui comptent un nombre élevé d'emplois. Tous ces facteurs combinés pourraient se traduire par un bond substantiel de l'utilisation de la robotique au Québec et concourir à un renforcement de la situation concurrentielle de notre industrie.

CHAPITRE 2

L'impact des robots sur les conditions de travail

La plupart des auteurs qui se sont intéressés à l'étude de l'impact de la robotique sur le travail constatent que l'introduction de la robotique dans les entreprises ne détermine pas un seul modèle d'organisation du travail. Ainsi, une organisation du travail qui intègre la robotique à l'ensemble du système de production aura un impact plus important sur les qualifications et les conditions de travail qu'un système d'organisation qui affecte les robots à des tâches particulières et isolées (CCE, 1983). Certains aspects de l'organisation du travail, comme la structure hiérarchique et la division du travail, déterminent grandement les conséquences de la robotisation sur les caractéristiques du travail, les qualifications exigées et les conditions de travail.

Cette division du travail conditionne en quelque sorte les possibilités de requalification des ouvriers, dans la mesure où l'opérateur de robot se voit confier des tâches de programmation et d'entretien, ou encore entraîne un processus de déqualification si le rôle de l'opérateur se limite à un rôle de surveillance des équipements. L'enjeu repose alors sur des éléments de la division du travail et consiste à poser des questions, telles que : « Celui qui surveille le robot contrôle-t-il aussi le produit ? » « Réalise-t-il les programmes, les travaux de réparation et d'entretien ? » (CCE, 1983).

Selon certains auteurs, les conditions de travail liées à la robotisation dépendent aussi des caractéristiques techniques du système et de l'organisation particulière du processus de travail. Parmi les effets positifs de la robotique, les chercheurs signalent souvent la réduction de la charge et de la pénibilité du travail, les robots se chargeant des fonctions potentiellement dangereuses, sales et routinières. Cependant, bien que la robotique diminue la fatigue physique, elle peut provoquer d'autres perturbations, telles que l'isolement, la monotonie du travail, l'accroissement de la charge mentale, le stress, principalement dans le cas où l'opérateur ne joue qu'un rôle d'observation plutôt que d'intervention dans le processus du travail.

À la lumière de ces hypothèses de recherche, nous avons voulu évaluer, dans les trois entreprises retenues et décrites dans la première partie, les effets de l'utilisation des robots à l'égard de l'organisation du travail, de même que les conditions de travail. Les informations recueillies à ce sujet l'ont été au moyen d'entrevues réalisées auprès de trois cadres responsables et à l'aide de questionnaires remis à six opérateurs de robots. Ces derniers appartiennent à deux entreprises, soit A et C, l'entreprise B ayant omis de faire participer ses employés à cette enquête.

Il va sans dire qu'il s'agit, au total, d'un nombre très limité de répondants, qui permet de faire une très modeste évaluation de la situation. Néanmoins, il sera intéressant, et c'est là-dessus que nous axerons notre analyse, de comparer le point de vue des opérateurs et gestionnaires d'une entreprise caractérisée par un modèle plutôt souple de gestion et d'organisation du travail (l'entreprise A) à celle d'une entreprise dont le fonctionnement demeure traditionnel (entreprise C). Dans le cas de l'entreprise B, pour laquelle seul le gestionnaire a été interrogé, nous retiendrons néanmoins les commentaires pertinents à notre étude, d'autant plus que cette entreprise a développé une gestion « participative » des changements technologiques.

Au préalable, examinons brièvement quelques caractéristiques générales des opérateurs. Des six opérateurs interrogés des entreprises A et C, cinq sont de sexe masculin.

Un opérateur a moins de 25 ans, deux sont âgés entre 30 et 39 ans et trois autres ont entre 40 et 49 ans. Les six opérateurs de robots ont moins d'une 12e année de scolarité.

L'ensemble de ces opérateurs occupent cet emploi depuis moins d'un an, dont quatre depuis moins de six mois et deux depuis six et dix mois. Ces opérateurs remplissaient antérieurement des fonctions d'opérateur de machines traditionnelles (deux), de journalier (deux), de mouleur de pièces (un), de trieur et normalisateur de pièces (un).

2.1 L'organisation du travail dans les ateliers

Des trois entreprises équipées de robots, nous savons déjà que les entreprises A et B ont adopté un mode d'organisation du travail plutôt flexible, axé sur la polyvalence des fonctions et l'enrichissement des tâches, alors que l'établissement C s'attache à un mode de fonctionnement plus traditionnel et formel.

Rappelons que, conformément à leur modèle d'organisation, les entreprises A et B privilégient le concept d'opérateur intervenant; les possibilités d'intervention dans l'ensemble du processus de travail sont assez élevées dans la mesure où, en plus de monter la machine, de sélectionner les programmes et de surveiller le robot, l'opérateur programme ou modifie le programme, voit à l'entretien journalier de l'équipement et règle les arrêts fréquents du système.

Par contre, dans le cas de l'entreprise C, l'opérateur de robot joue principalement un rôle de surveillance des opérations. Sa tâche consiste surtout à charger et décharger les pièces après avoir commandé le cycle d'opération. Il ne programme et ne modifie pas la programmation. Dans le cas d'un arrêt du système, il fait appel à l'homme de métier pour le régler.

Le tableau 3.2 présente les modèles de division du travail dans les ateliers utilisant la robotique. On constate, dans les ateliers des entreprises A et B, que les fonctions associées aux qualifications les plus élevées (programmation, préparation, entretien) sont combinées avec les autres fonctions moins spécialisées (chargement, opération). Par contre, dans l'entreprise C, on retrouve une division du travail assez rigide où les fonctions de manœuvre et de surveillance des robots ne sont pas associées avec les autres fonctions.

Tableau 3.2
DIVISION DU TRAVAIL AVEC LES ROBOTS

Entreprise	Coordination de robots	Programmation essai des programmes	Préparation du travail et des outils	Opération du robot, surveillance, chargement et déchargement	Contrôle du programme	Entretien, réparation, maintient, détection des défauts	
						RÉGULIER	SPÉCIAL
A							
B							
C							

Autre caractéristique de l'organisation du travail, l'opérateur de robots (il s'agit ici principalement de robots de manutention) de l'entreprise A conduit seul plusieurs robots (en général deux) ou encore l'ensemble d'une cellule robotique comprenant plusieurs équipements. Dans les entreprises B et C, l'opérateur ne conduit généralement qu'un seul robot de soudure, de peinture ou d'application d'adhésif.

2.2 Les exigences de la tâche

En quoi les caractéristiques du travail des opérateurs de robots sont-elles liées au modèle d'organisation du travail en vigueur dans l'atelier de production? Assiste-t-on, avec l'utilisation de la robotique, à une requalification ou une déqualification du travail?

Afin de mieux qualifier les tâches accomplies par les opérateurs de robots, nous examinerons certaines caractéristiques de leur travail et les exigences de la tâche telles qu'évaluées par les gestionnaires et les opérateurs eux-mêmes. Les opinions recueillies sur ces variables apparaissent au tableau 3.3 qui présente la synthèse des résultats obtenus pour l'ensemble des variables à l'étude.

Variété des activités

L'évaluation faite par les gestionnaires du caractère répétitif et ennuyeux du travail varie d'une entreprise à l'autre. Ainsi, dans l'entreprise A, le cadre responsable estime le travail de l'opérateur peu ennuyeux parce que ce dernier effectue plusieurs opérations. C'est le cas, notamment, d'un opérateur qui conduit l'ensemble d'une cellule robotique d'extrusion comprenant sept robots, deux presses, deux fours, deux convoyeurs, deux enrobeurs, un système de vision et une presse manuelle. On retrouve ici une polyvalence des fonctions qui est absente dans les deux autres entreprises visitées, là même où la conduite d'un robot est considérée par les gestionnaires comme plutôt monotone parce qu'elle exige moins d'effort physique et de déplacement.

La perception des opérateurs interrogés à ce sujet va néanmoins dans le sens où leur travail apparaît un peu ennuyeux mais moins monotone que lorsqu'ils utilisaient une machine traditionnelle.

Emploi des capacités de jugement

Alors que deux opérateurs de l'entreprise A estiment que leur travail commande beaucoup de jugement, les quatre autres opérateurs de robots (un de l'entreprise A et trois de l'entreprise C) considèrent que l'utilisation de ce nouvel équipement n'exige qu'un peu de capacités de jugement. Dans l'ensemble, les opérateurs pensent que le jugement requis pour la conduite d'un robot est plutôt équivalent à celui exigé pour la conduite d'une machine classique.

Niveau d'attention, de concentration et de précision

Des deux entreprises ayant opté pour le concept d'opérateur intervenant, le gestionnaire de l'entreprise A évalue le besoin d'attention et de concentration comme étant assez grand puisque « ce type de travail requiert un effort intellectuel important », alors que le cadre responsable de l'entreprise B juge le niveau d'application nécessaire plutôt moyen, puisque « l'équipement robotique en question est relativement fiable ». Par contre, le dirigeant de l'entreprise C ayant recruté des opérateurs surveillants considère que ce travail est plutôt caractérisé par des automatismes et une synchronisation avec le rythme du robot.

TABLEAU 3.3
IMPACT DES ROBOTS SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL, LES CARACTÉRISTIQUES DU TRAVAIL ET LES CONDITIONS DE TRAVAIL

Entreprise	Organisation du travail	Caractéristiques du travail				Contrainte de production			Autonomie au travail			Salaires	Intérêt et satisfaction au travail
		Monotonie	Jugement	Att. et concen.	Précision	Qté de travail	Pression Échéance	Temps morts	Initiative	Contrôle du rythme de travail	Contrôle de la vitesse de la machine		
A	- Rôle d'intervention de l'opérateur - Opère une cellule robotique - Division du travail fondée sur la combinaison des fonctions spécialisées et moins spécialisées	Un peu	Beaucoup	Beaucoup	Beaucoup	Élevée	Faible	Faibles	Beaucoup	Faible	Faible		Très satisfait
C	- Rôle de surveillance de l'opérateur - Conduit un robot - Division du travail axée sur la séparation des fonctions spécialisées et moins spécialisées	Un peu	Un peu	Un peu	Un peu	Élevée	Ni faible ni élevée	Faibles	Un peu	Faible	Faible		Très satisfait
TOTAL avant/après		Moins	Égal	Égales	Égale	Plus	Égale	Égaux	Plus	Égal	Moins	Égaux	Améliorations

L'enquête auprès des opérateurs de robots des entreprises A et C confirme le point de vue des gestionnaires. Ainsi, les opérateurs de l'entreprise A considèrent qu'il faut apporter beaucoup d'attention et de concentration quand on utilise un robot, alors que les opérateurs de l'entreprise C jugent ce travail peu exigeant en termes d'attention et de concentration. Cependant, l'effort d'attention et de concentration requis pour la conduite d'un robot est perçu par l'ensemble des opérateurs comme équivalent à celui qu'exigeait la commande d'une machine classique.

Le niveau de précision requis pour commander un robot est jugé très élevé par la moitié des opérateurs, dont deux de l'entreprise A. Toutefois, le besoin de précision actuel demeure semblable à celui exigé pour faire fonctionner une machine-outil traditionnelle.

2.3 Les contraintes de production et l'autonomie au travail

Si l'on s'en tient au point de vue exprimé par les opérateurs de robots interrogés dans les entreprises A et C, l'utilisation de ce nouvel équipement, tout en imposant des contraintes de production assez fortes, a un impact modéré sur le rythme du travail.

En raison des caractéristiques mêmes du robot, la quantité de travail à produire est élevée et la fréquence des temps morts, faible. Par contre, les conducteurs de robots estiment subir peu de pression pour respecter les échéances. Cependant, il apparaît nettement que les possibilités d'ajuster son rythme de travail et de contrôler soi-même la vitesse de la machine sont minces. En outre, quatre opérateurs sur six (un de l'entreprise A et trois de l'entreprise C) considèrent que l'utilisation de ce nouvel équipement laisse peu de place à l'initiative.

Lorsque les opérateurs de robots comparent leur situation actuelle à celle qui prévalait alors qu'ils conduisaient des machines traditionnelles, on constate que l'utilisation d'un robot modifie peu les contraintes de temps (fréquence des temps morts, échéances impératives); seule la quantité de travail à produire est considérée plus élevée. Par ailleurs, en ce qui a

trait au contrôle de son rythme de travail, la situation est jugée plutôt équivalente, alors que le contrôle de la vitesse de la machine s'avère moins grand qu'auparavant. Dans l'ensemble, les opérateurs pensent que le niveau d'initiative nécessaire pour faire fonctionner une MOCN demeure équivalent à celui exigé pour conduire une machine classique.

Par ailleurs, les employeurs considèrent que l'introduction des robots a peu d'influence sur la charge et le rythme de travail. Selon le répondant de l'entreprise A, l'opération robotique est plus longue que l'opération manuelle. Cependant, comme le rendement est continu, on évalue que le robot manipule un nombre de pièces à peu près égal à celui manipulé par un ouvrier. Le répondant de l'entreprise C signale, pour sa part, que les quotas de production n'augmentent pas avec la venue du robot; la production est plus régulière, mais l'opérateur travaille moins fort qu'auparavant. L'impact serait surtout ressenti par les ouvriers en amont et en aval qui se doivent de maintenir un rythme de travail plus constant.

2.4 Les conditions de santé et de sécurité au travail

Dans les trois entreprises où sont utilisés les robots, il nous a été précisé que l'aire de travail des appareils est généralement aménagée de façon à éviter les accidents. Ainsi, dans l'entreprise A, les robots sont munis de cellules photo-électriques qui les arrêtent si, agissant dangereusement ou par accident, quelqu'un court-circuite le mécanisme de sécurité. Il y a, nous dit-on, des ouvriers qui commettent des imprudences et entrent dans l'aire robotique en marche, mais, en général, les gens sont conscients des dangers; ainsi, durant les travaux réalisés par les robots, le niveau de bruit, lors du grenaillage, peut atteindre 90 décibels et les acides utilisés sont très dangereux.

De plus, dans l'entreprise C, un comité d'ergonomie a été constitué en vue de veiller à l'application des normes de travail dans les ateliers. Par exemple, dans cet atelier robotique, les opérateurs ont pris l'habitude de demeurer à l'extérieur de l'aire robotique, la seule façon d'y pénétrer étant de faire arrêter le robot par l'homme de métier. Enfin, dans l'entreprise B, on signale que les risques sur le plan de la sécurité sont moindres qu'avec un fonctionnement manuel; on note toutefois des inconvénients en ce qui touche le bruit ambiant.

Le robot élimine beaucoup de fatigue physique. Ainsi, l'opérateur n'a plus besoin de soulever l'outil à souder, ni le pistolet à peinture. Des trois employeurs interrogés, ceux des entreprises A et C estiment que le travail d'opérateur de robot est peu stressant, alors que celui de l'entreprise B juge que ce travail est moyennement stressant si l'on tient compte des échéances à respecter et de la valeur de l'équipement. Enfin, les opérateurs eux-mêmes ne signalent aucun problème de santé important avec l'utilisation du robot; leurs conditions de santé n'ont d'ailleurs subi aucun changement depuis la venue de cet équipement.

2.5 Les salaires

Dans les trois entreprises visitées, l'utilisation du robot n'a pas eu d'effet sur le salaire des opérateurs. Les raisons invoquées sont toutefois différentes selon les gestionnaires interrogés. Le dirigeant de l'entreprise A signale que « les hausses de salaire sont liées à la productivité de l'usine ». On ne semble pas accorder ici une valeur propre au travail de l'opérateur de robot. Dans l'entreprise B, on précise que le rôle de l'opérateur de robot, qui n'a plus à exercer son métier de soudeur, notamment, ne justifie pas une hausse de salaire. Il s'agit ici d'une entreprise où beaucoup de développements sont attendus du côté de la planification de la main-d'œuvre; la révision des salaires à la hausse serait envisagée à la condition que les opérateurs se voient confier des tâches de programmation. Quant à l'entreprise C, elle ne précise point les motifs de sa politique salariale à l'égard des opérateurs de robots.

2.6 L'intérêt et la satisfaction au travail

L'acquisition de robots dans les ateliers a un impact positif en termes d'intérêt et de satisfaction au travail. Dans les trois mêmes entreprises disposant de robots, les gestionnaires constatent un intérêt certain de la part des travailleurs. Dans l'entreprise A, on observe un plus grand intérêt au travail, accompagné de la fierté de travailler avec ces nouveaux appareils: l'opérateur se sent valorisé et atteint une plus grande satisfaction personnelle. On a signalé, dans cette entreprise, le soin mis à la préparation du plan de l'aire d'installation des robots et la participation active des travailleurs. Dans l'entreprise B, l'intérêt au travail est aussi élevé à cause de l'attrait de la nouvelle technologie. Dans l'entreprise C, on a remarqué une certaine hâte à voir les robots installés et personne n'a manifesté un manque d'intérêt.

Les opérateurs interrogés sont d'avis que l'utilisation du robot soulève beaucoup d'intérêt et de satisfaction au travail. Ils se disent satisfaits de la mise en valeur de leurs capacités et aptitudes, sans compter les possibilités d'avancement qu'ils estiment assez grandes. Enfin, le fait de commander un robot permet, selon eux, d'améliorer de façon générale l'intérêt du travail. Le niveau d'intérêt et de satisfaction au travail est donc particulièrement élevé. Ainsi, l'ensemble des opérateurs affirment qu'ils n'hésiteraient pas à travailler avec un robot plutôt qu'avec une machine traditionnelle si on leur donnait le choix. Cinq opérateurs sur les six interrogés recommanderaient aussi fortement l'utilisation du robot aux travailleurs qui s'y intéressent.

Conclusion

La venue des robots dans les ateliers de production conduit à une redéfinition des tâches des ouvriers et modifie certains aspects de leurs conditions de travail. À la lumière des quelques études de cas que nous avons réalisées, il apparaît que les conséquences de la robotique sur les qualifications et les conditions de travail dépendent, en particulier, du modèle d'organisation du travail adopté dans les ateliers de production.

La comparaison des ateliers robotiques des entreprises A et C montre une division du travail assez souple dans l'une, favorisant ainsi la requalification des opérateurs de robots, et une division du travail plutôt rigide dans l'autre, appauvrissant par le fait même le contenu du travail des opérateurs.

Nous avons vu que le concept d'opérateur intervenant, privilégié par l'entreprise A, assure un élargissement des tâches de l'opérateur et fait appel à l'exercice d'un plus large éventail d'aptitudes, telles que l'initiative, le jugement, l'attention et la concentration et la précision. Il n'en est pas ainsi dans le cas de l'entreprise C où les opérateurs sont utilisés principalement pour la conduite et la surveillance des robots.

Au niveau des contraintes de production et de l'autonomie au travail, la comparaison des entreprises A et C fait cependant ressortir très peu de différences. De même, l'intérêt et la satisfaction au travail des opérateurs de robots sont très élevés dans les deux entreprises; les opérateurs ont d'ailleurs manifesté beaucoup de collaboration face à l'introduction de cette nouvelle technologie. Par contre, les opérateurs dont les tâches sont limitées à un rôle de conduite et de surveillance des robots estiment que la motivation et l'intérêt au travail seraient plus grands si l'entreprise leur offrait une meilleure formation, ce qui leur permettrait de maîtriser tout le fonctionnement du robot y compris la programmation, les ajustements et l'entretien régulier, sans compter que l'entreprise pourrait en bénéficier en termes de réduction des arrêts de système causés par les bris.

On peut donc conclure que la venue de la robotique dans les entreprises est accueillie favorablement par les travailleurs et que l'enjeu principal réside dans le mode d'implantation de la nouvelle technologie et dans le type de fonctionnement privilégié.

ANNEXE 1

Questionnaire réservé aux responsables FAO

SECTION 1

Fiche d'identité

1. Nom du répondant _____

   Fonctions du répondant _____

   Numéro de téléphone _____

2. Nom de l'entreprise _____

3. Nombre d'employés dans l'entreprise au Québec (incluant tous les établissements) _____

4. Nom de l'établissement visité _____

5. Adresse de l'établissement

   _____

   _____

6. Année de mise en exploitation de l'établissement _____

7. Nombre d'employés dans l'établissement (au total) _____

8. Activité principale de l'établissement

   _____

   _____

   _____

9. Principaux produits de l'établissement

   1. _____
   2. _____
   3. _____
   4. _____

10. Destination des expéditions de l'établissement (ensemble des produits)

Au Québec	☐	_____ %
Dans le reste du Canada	☐	_____ %
À l'étranger	☐	_____ %
TOTAL	☐	100 %

11. Chiffre d'affaires de l'établissement durant la dernière année financière _____ $

SECTION 2

Type d'équipement

12. Veuillez fournir pour l'ensemble de l'établissement les informations suivantes concernant les machines-outils à commande numérique (MOCN) utilisées.

Catégorie NC

	Type*	Nombre	Pays de fabrication	Date de 1re installation	Investissement total	Coût d'achat dernière unité
1.						
2.						
3.						
4.						
	TOTAL					

Catégorie CNC

	Type	Nombre	Pays de fabrication	Date de 1re installation	Investissement total	Coût d'achat dernière unité
1.						
2.						
3.						
4.						
	TOTAL					

Catégorie DNC

	Type	Nombre	Pays de fabrication	Date de 1re installation	Investissement total	Coût d'achat dernière unité
1.						
2.						
3.						
4.						
	TOTAL					

* Dire s'il s'agit d'une tour, d'une aléseuse, d'une fraiseuse, d'une perceuse, d'une découpeuse, etc.

13. Veuillez indiquer le nombre et le type de machines-outils classiques (MOC) en opération.

Type (tour, aléseuse, etc.)	Nombre
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
TOTAL	_____

14. Veuillez fournir pour l'ensemble de l'établissement les informations suivantes concernant les centres d'usinage (*machining center*) en activité.

	Fonction	Nombre	Pays de fabrication	Date de 1re installation	Investissement total	Coût d'achat dernière unité
1.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	TOTAL	_____			_____	

15. Veuillez fournir pour l'ensemble de l'établissement les informations suivantes concernant les robots en opération.

	Fonction	Nombre	Pays de fabrication	Date de 1re installation	Investissement total	Coût d'achat dernière unité
1.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4.	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	TOTAL	_____			_____	

16. Est-ce que vous utilisez un système de planification des besoins en ressources et matières (MRP)?

OUI ☐ NON ☐

17. Est-ce que vous utilisez un contrôle statistique des processus?

OUI ☐ NON ☐

18. Veuillez préciser, s'il y a lieu, les autres équipements programmables utilisés dans votre établissement.

	Équipement	Nombre	Pays de fabrication	Date de 1re installation	Investissement total	Coût d'achat dernière unité
1.						
2.						
3.						
4.						
	TOTAL					

19. Dans le cas où la conception assistée par ordinateur (CAO) existe dans votre établissement, veuillez décrire le type d'intégration qui existe avec les équipements FAO ci-haut mentionnés, cette intégration pouvant aller jusqu'à prendre la forme d'un atelier flexible.

SECTION 3

Conditions d'implantation

20. Est-ce qu'une étude de rentabilité a été réalisée avant d'acheter ces nouveaux équipements?

	OUI	NON
Avant d'acheter les MOCN?	☐	☐
Avant d'acheter les centres d'usinage?	☐	☐
Avant d'acheter les robots?	☐	☐
Avant de se procurer le système MRP?	☐	☐
Avant d'acheter les autres équipements?	☐	☐

21. Est-ce que l'achat de ces équipements fait partie d'un plan formel de modernisation?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, quels sont les objectifs de ce plan?

_____

_____

_____

22. Quels sont les principaux motifs qui vous ont amené à implanter ces équipements?

Motifs dans le cas des MOCN:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Motifs dans le cas des centres d'usinage:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Motifs dans le cas des robots:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Motifs dans le cas des autres équipements:

1. _____
2. _____
3. _____ _____
4. _____

23. À quel pourcentage estimez-vous le temps d'usage effectif de ces équipements durant les heures normales de travail?

MOCN: _____ %

Centre d'usinage: _____ %

Robots: _____ %

24. Comment qualifieriez-vous la réaction de vos employés face à l'introduction de ces nouveaux équipements?

	MOCN	Centres d'usinage	Robots
Attitude enthousiaste	☐	☐	☐
Attitude de collaboration	☐	☐	☐
Attitude de méfiance	☐	☐	☐
Attitude d'hostilité	☐	☐	☐

25. Pouvez-vous préciser, s'il y a lieu, les politiques de la direction à l'égard des travailleurs lorsqu'elle envisage d'acquérir de nouveaux équipements susceptibles de les affecter directement?

_____

_____

_____

_____

_____

26. Est-ce que l'une ou l'autre des mesures suivantes ont été prises en vue de l'implantation de ces équipements dans votre établissement?

	OUI	NON	NSP[1]
Information des employés	☐	☐	
Consultation des employés	☐	☐	
Participation des employés à la définition des besoins	☐	☐	
Formation et recyclage des employés	☐	☐	
Information du syndicat	☐	☐	☐
Consultation du syndicat	☐	☐	☐

1. NSP: Ne s'applique pas.

27. À la suite de l'utilisation de ces nouveaux équipements, veuillez énumérer les principaux avantages expérimentés.

Pour les MOCN:

Pour les centres d'usinage:

Pour les robots:

Pour les autres équipements (spécifiez):

28. À la suite de l'utilisation de ces nouveaux équipements, veuillez énumérer les inconvénients expérimentés.

Pour les MOCN:

Pour les centres d'usinage:

Pour les robots:

Pour les autres équipements (spécifiez):

SECTION 4

Impact sur l'emploi et les professions

A. MOCN ET CENTRES D'USINAGE

29. Énumérez les différents départements de l'établissement où sont installés les MOCN et les centres d'usinage ainsi que le nombre d'ouvriers de production dans ces départements (incluant les services connexes comme l'entretien et l'entreprosage).

30. Veuillez préciser le nombre total et la profession des employés reliés au fonctionnement des MOCN et centres d'usinage (contremaître, programmeur, affûteur-outilleur, conducteur-régleur, préposé à l'entretien, vérificateur d'atelier, etc.).

Profession	Nombre
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
TOTAL	

31. Veuillez préciser, s'il y a lieu, le nombre total actuel et la profession des employés reliés au fonctionnement des machines-outils classiques.

Profession	Nombre
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____
6. _____	_____
7. _____	_____
TOTAL	_____

32. Veuillez préciser le nombre de quarts de travail pour les employés affectés aux machines-outils.

	1 quart	2 quarts	3 quarts
Machines-outils classiques	☐	☐	☐
MOCN	☐	☐	☐
Centres d'usinage	☐	☐	☐

33. Veuillez préciser le nombre de quarts de travail existant avant l'introduction des MOCN ou des centres d'usinage.

1 quart ☐ 2 quarts ☐ 3 quarts ☐

34. À la suite de l'utilisation des MOCN et des centres d'usinage, est-ce que l'emploi dans la production a subi des variations?

Accroissement ☐ De combien? _____ %

Diminution ☐ De combien? _____ %

Pas de changement ☐

35. Dans tous les cas, veuillez formuler les raisons qui, selon vous, expliquent cette situation.

Raisons d'augmentation de l'emploi

_____

_____

_____

Raisons de diminution de l'emploi

Raisons de non-changement de l'emploi

36. a) Est-ce que l'introduction de MOCN ou de centres d'usinage a pour effet de mettre hors production des machines-outils classiques?

OUI ☐ NON ☐

b) Si oui, veuillez préciser le nombre dans les deux cas.

Nombre de MOC hors production à cause des MOCN: ____ et nombre de MOCN remplaçantes: ____

Nombre de MOC hors production à cause des CU: ____ et nombre de CU remplaçants: ____

c) Précisez également ce qui est advenu des « machinistes » travaillant à ces machines-outils classiques.

37. Combien de machines-outils classiques estimeriez-vous nécessaires pour faire face à la situation si vous n'aviez pas de MOCN et de centres d'usinage? Précisez les quantités.

Pour remplacer MOCN: _____

Pour remplacer CU: _____

38. Si on prend l'exemple d'une pièce donnée fabriquée dans votre atelier, veuillez indiquer combien une machine-outil à commande numérique en fabrique (ou peut en fabriquer) dans l'espace d'un quart normal de travail de huit heures, en comparaison avec la quantité de cette même pièce que fabrique ou peut fabriquer une machine-outil classique pour la même période de temps.

Type de pièce: _____

Production MOCN (nombre de pièces): _____

Temps requis pour la programmation de la MOCN (nombre d'heures): _____

Temps requis pour la préparation de la MOCN (nombre d'heures): _____

Production MOC (nombre d'heures): _____

Types de machines-outils classiques requis: _____

39. Dans le cas de centres d'usinage, veuillez fournir les mêmes éléments d'information qu'à la question 38, pour un article usiné par ce procédé en comparaison avec un article usiné par une machine-outil classique.

Type d'article usiné: _____

Production par CU (nombre d'articles): _____

Temps requis pour la programmation du CU (nombre d'heures): _____

Temps requis pour la préparation de la machine CU (nombre d'heures): _____

Production par MOC (nombre d'articles): _____

Type de machines-outils classiques requis: _____

40. Dans l'ensemble, l'implantation des MOC et des centres d'usinage a-t-elle entraîné l'une des conséquences suivantes? Précisez, par profession, le nombre d'employés concernés.

Profession	Réaffectation	Licenciement	Retraite anticipée	Départ volontaire	Autres

B. ROBOTS

41. Énumérez les différents départements de l'établissement où sont installés les robots et indiquez la nature de leurs opérations.

_____

_____

_____

_____

42. Veuillez préciser le nombre total et la profession des employés reliés au fonctionnement des robots (contremaître, programmeur, opérateur de robot, préposé à l'entretien, etc.).

Profession	Nombre
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____
TOTAL	_____

43. Veuillez préciser le nombre total et la profession des employés qui accomplissaient antérieurement le travail réalisé actuellement par les robots.

Profession	Nombre
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____
TOTAL	_____

44. Est-ce que l'introduction des robots a eu pour effet de modifier le nombre de quarts de travail?

Nombre de quarts avant: _____

Nombre de quarts après: _____

45. À la suite de l'utilisation des robots, est-ce que l'emploi dans la section concernée a subi des variations?

Accroissement ☐ De combien? _____ %

Diminution ☐ De combien? _____ %

Pas de changement ☐

46. Dans tous les cas, veuillez spécifier les raisons qui, selon vous, expliquent cette situation.

Raisons d'augmentation de l'emploi

_____

_____

_____

Raisons de diminution

_____

_____

_____

Raisons de non-changement

_____

_____

_____

47. Veuillez préciser si l'implantation des robots a entraîné l'une des conséquences suivantes pour les employés et indiquer, par profession, le nombre d'employés concernés.

Profession	Réaffectation	Licenciement	Retraite anticipée	Départ volontaire	Autres

48. a) Veuillez fournir une estimation de la quantité de production réalisée actuellement par un robot sur une période d'un quart de travail de huit heures.

Quantité de production réalisée: _____

Nombre et profession des intervenants: _____

_____

_____

b) Pour cette même période de travail (huit heures), veuillez donner une évaluation des quantités produites selon les méthodes traditionnelles (situation antérieure).

Quantité de travail réalisée: _____

Nombre et profession des intervenants: _____

_____

_____

SECTION 5

Impact sur l'organisation du travail et les qualifications professionnelles

A. MOCN ET CENTRES D'USINAGE

49. Programmation

Qui programme (avec l'aide ou non de machinistes expérimentés)?

Où l'opération se fait-elle?

Recrutement du programmeur (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents et expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation: vendeur, lieu de travail, extérieur):

50. Fonctionnement de la machine

Titre et fonctions de l'opérateur (tâches):

Programme-t-il?

Peut-il modifier la programmation?

S'il survient un problème, à qui fait-il appel?

Recrutement de l'opérateur (recrutement interne ou externe, antécédents et expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

Travaille-t-il avec plusieurs machines?

Qui vérifie le résultat final du travail?

51. Coordination

Existe-t-il un coordonnateur ou contremaître affecté aux MOCN et centres d'usinage?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, fonctions de ce coordonnateur:

Recrutement du coordonnateur (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents et expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

52. Entretien

Qui s'occupe de l'entretien?

Fonctions du préposé à l'entretien:

Recrutement du préposé à l'entretien (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents et expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

B. ROBOTS

En ce qui regarde le fonctionnement des robots, veuillez décrire le schéma d'organisation du travail en précisant le rôle et les fonctions de chacun des intervenants.

53. Programmation

Qui programme?

Où se fait la programmation?

Recrutement du programmeur (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents et expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

54. Commande du robot

Titre et fonctions de l'opérateur (tâches):

Programme-t-il le robot?

Peut-il modifier la programmation?

S'il survient un problème, à qui fait-il appel?

Recrutement de l'opérateur (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents, expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

Fait-il fonctionner plusieurs robots?

Qui vérifie le résultat final du travail?

55. Coordination

Existe-t-il un coordonnateur ou un contremaître affecté aux robots?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, fonctions de ce coordonnateur:

Recrutement du coordonnateur (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents et expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

56. Entretien

Qui s'occupe de l'entretien?

Fonctions du préposé à l'entretien:

Recrutement du coordonnateur (recrutement interne ou externe, problèmes, antécédents, expérience):

Formation complémentaire (type, durée et évaluation):

SECTION 6

Impact sur les conditions de travail

A. MOCN ET CENTRES D'USINAGE

L'opérateur de MOCN ou de CU peut être un simple surveillant ou un opérateur intervenant dans la mesure où, en plus des tâches de surveillance, ses fonctions comprennent des tâches de programmation ou de modification de la programmation de la machine.

57. Veuillez préciser dans quelle catégorie se retrouvent les opérateurs de MOCN et de centres d'usinage de votre établissement (surveillants/intervenants), ainsi que le type d'équipement avec lequel ils travaillent (NC, CNC, DNC, CU).

	MOCN			Centre d'usinage
	NC	CNC	DNC	
Surveillants				
Intervenants				

58. Veuillez décrire les caractéristiques concernant les aspects suivants du travail des opérateurs, en comparaison avec les caractéristiques du travail avec une machine-outil classique.

1er TYPE D'OPÉRATEUR _____ TYPE D'ÉQUIPEMENT _____

	Plus grand	Moins grand	Pas de changement	Remarques
Monotonie du travail	☐	☐	☐	
Initiative	☐	☐	☐	
Fatigue physique	☐	☐	☐	
Stress	☐	☐	☐	

	Plus grand	Moins grand	Pas de changement	Remarques
Attention et concentration	☐	☐	☐	
Ennui	☐	☐	☐	
Intérêt au travail	☐	☐	☐	
Satisfaction au travail	☐	☐	☐	

2e TYPE D'OPÉRATEUR _____ TYPE D'ÉQUIPEMENT _____

	Plus grand	Moins grand	Pas de changement	Remarques
Monotonie du travail	☐	☐	☐	
Initiative	☐	☐	☐	
Fatique physique	☐	☐	☐	
Stress	☐	☐	☐	

	Plus grand	Moins grand	Pas de changement	Remarques
Attention et concentration	☐	☐	☐	
Ennui	☐	☐	☐	
Intérêt au travail	☐	☐	☐	
Satisfaction au travail	☐	☐	☐	

59. Veuillez préciser, selon le type d'opérateur et selon le type d'équipement, les modalités de contrôle du travail. S'il y a lieu, comparez la situation avec une machine-outil classique.

1er TYPE D'OPÉRATEUR: _____ TYPE D'ÉQUIPEMENT: _____

Existence ou non de quotas de production? — Remarques

MOCN : oui ☐ non ☐ _____

MOC : oui ☐ non ☐ _____

Possibilité de contrôle par l'opérateur de la vitesse de production de sa machine?

MOCN : oui ☐ non ☐ _____

MOC : oui ☐ non ☐ _____

Possibilité d'ajuster son rythme de travail?

MOCN : oui ☐ non ☐ _____

MOC : oui ☐ non ☐ _____

Surveillance directe du contremaître?

MOCN : oui ☐ non ☐ _____

MOC : oui ☐ non ☐ _____

Temps morts?

MOCN : oui ☐ non ☐

MOC : oui ☐ non ☐

Remarques

_____

_____

2e TYPE D'OPÉRATEUR: _____ TYPE D'ÉQUIPEMENT: _____

Existence ou non de quotas de production?

MOCN : oui ☐ non ☐

MOC : oui ☐ non ☐

Remarques

_____

_____

Possibilité de contrôle par l'opérateur de la vitesse de production de sa machine?

MOCN : oui ☐ non ☐

MOC : oui ☐ non ☐

_____

_____

Possibilité d'ajuster son rythme de travail?

MOCN : oui ☐ non ☐

MOC : oui ☐ non ☐

_____

_____

Surveillance directe du contremaître?

MOCN : oui ☐ non ☐

MOC : oui ☐ non ☐

_____

_____

Temps morts?

MOCN : oui ☐ non ☐

MOC : oui ☐ non ☐

_____

_____

60. Est-ce que l'utilisation des MOCN et des centres d'usinage a suscité de la résistance de la part de votre personnel?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, précisez les manifestations de cette résistance.

_____

_____

_____

61. Est-ce que l'utilisation des MOCN et des centres d'usinage présente des risques plus élevés sur le plan de la santé et de la sécurité au travail que dans le cas des machines-outils classiques?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, précisez les risques (bruits, accidents, selon le type d'équipement) :

_____

_____

_____

62. Est-ce que la mise en place de MOCN et de CU a nécessité des transformations touchant l'aménagement?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, lesquelles? _____

_____

_____

63. Est-ce que le passage d'une machine-outil classique à une MOCN a modifié le salaire de base des employés concernés?

Augmentation ☐ De combien? _____ %

Diminution ☐ De combien? _____ %

Pas de changement ☐

64. Pour un même nombre d'années d'expérience, veuillez indiquer le salaire horaire d'un opérateur de MOCN et de centres d'usinage, en comparaison avec celui du machiniste affecté à la machine-outil classique.

Taux horaire à la MOCN : _____ $

Taux horaire au CU : _____ $

Taux horaire à la MOC : _____ $

B. ROBOTS

65. Décrire en quelques mots les tâches accomplies par le ou les robots :

_____

_____

_____

_____

66. Comment peut-on qualifier les tâches accomplies actuellement par le robot du point de vue des caractéristiques suivantes?

Pénibilité : _____

_____

Monotonie : _____

_____

Fatigue physique : _____

_____

Stress : _____

_____

Risques pour la santé et la sécurité : _____

_____

67. Comment peut-on qualifier le travail de l'opérateur de robot par rapport aux caractéristiques suivantes?

Possibilité d'intervention : _____

Rythme de travail : _____

Attitude passive : _____

Ennui : _____

Fatigue physique : _____

Stress : _____

Intérêt au travail : _____

Attention et concentration : _____

68. Est-ce que l'implantation des robots a suscité de la résistance de la part de votre personnel?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, précisez les manifestations de cette résistance.

_____

_____

_____

69. Est-ce que la conduite d'un robot implique des risques de santé et de sécurité pour l'opérateur?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, précisez les risques (bruits, accidents).

_____

_____

_____

70. Est-ce que la mise en place des robots a nécessité des transformations touchant l'aménagement?

OUI ☐ NON ☐

Si oui, lesquelles?

_____

_____

_____

71. Est-ce que la conduite d'un robot a modifié le salaire de l'employé concerné?

Augmentation ☐ De combien? _____ %

Diminution ☐ De combien? _____ %

Pas de changement ☐

SECTION 7

Développement futur

72. Prévoyez-vous introduire de nouvelles machines-outils, des centres d'usinage, des robots ou d'autres équipements programmables dans les cinq prochaines années?

	Nombre additionnel
MOC :	_____
MOCN :	_____
Centres d'usinage :	_____
Robots :	_____
Autres :	_____

73. Quel est d'après vous le ou les facteurs qui pourraient contribuer à un ralentissement ou à une accélération de vos projets dans ce domaine?

Facteurs d'accélération :

_____

_____

_____

Facteurs de ralentissement :

_____

_____

_____

74. Selon votre évaluation personnelle, comment voyez-vous l'ampleur de la diffusion des équipements FAO suivants dans votre secteur d'activité, d'ici les dix prochaines années?

MOCN : _____

_____

_____

_____

Centre d'usinage : _____

_____

_____

_____

Robots :

Système de fabrication flexible :

Autres :

75. Comment l'avènement du libre-échange entre les États-Unis et le Canada pourrait-il affecter le développement des technologies FAO dans votre établissement ou dans votre secteur d'activité ?

ANNEXE 2

Questionnaire destiné aux opérateurs

Répondre aux questions suivantes en indiquant le nombre approprié ou en encerclant le numéro approprié. Nous vous suggérons d'utiliser un crayon à mine pour répondre au questionnaire.

IMPORTANT

Si vous avez déjà travaillé avec une machine-outil classique, répondez à toutes les questions.

Si vous n'avez jamais travaillé avec une machine-outil classique, ne répondez pas aux questions encadrées.

DÉFINITIONS

Une machine-outil à commande numérique est une machine-outil contrôlée au moyen d'une information codée et préenregistrée sous la forme d'un programme d'usinage permettant de fabriquer des pièces métalliques.

Un centre d'usinage (*machining center*) est une machine plus complète et plus polyvalente qui permet de réaliser plusieurs opérations successivement (alésage, fraisage, perçage, etc.). Ces machines sont généralement munies d'un dispositif pour le changement automatique d'outils et d'un dispositif d'alimentation effectuant le montage et le démontage des pièces pendant que la machine usine une autre pièce.

Codification

Ne rien écrire dans la marge

N° dossier

1 4

5 8

Carte

0	1

9 10

1. Quel est le principal type de machine avec lequel vous travaillez présentement? (N'indiquez qu'un seul type, soit la machine que vous utilisez le plus souvent.)

Une machine-outil à commande numérique	1	☐	☐	☐
Un centre d'usinage (*machining center*)	2	☐	☐	☐
Autre machine programmable par ordinateur	3			

Spécifiez : _____

_____

Codification

Ne rien écrire dans la marge

└┘ 11

2. Depuis combien de temps utilisez-vous principalement cette machine?

_____ ans et _____ mois

ou

_____ mois

└┘└┘ 12 14

3. Travaillez-vous avec plusieurs machines?

OUI 1

NON 2

└┘ 15

Si oui, nommez lesquelles en précisant si elles sont à commande numérique ou pas.

_____

_____

_____

└┘└┘ 16 17

4. Étiez-vous à l'emploi de l'établissement actuel lorsque cette nouvelle machine que vous utilisez a été introduite?

OUI 1

NON 2 (Si non, passez à la question 9)

└┘ 18

5. Avez-vous été avisé à l'avance de l'introduction prochaine de cette machine?

OUI 1

NON 2

└┘ 19

6. Si oui, combien de temps à l'avance avez-vous été avisé?

_____ semaines

ou

_____ mois

└┘└┘ 20 21

7. Vous offrait-on le choix de travailler avec cette nouvelle machine?

OUI 1
NON 2

Codification

Ne rien écrire dans la marge

22

8. Avez vous été consulté sur le choix de l'équipement (modèle, marque, etc.)?

OUI 1
NON 2

23

9. Avez-vous déjà travaillé avec une machine-outil traditionnelle avant de travailler avec une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage?

OUI 1
NON 2

24

Si oui, était-ce au sein de la même entreprise?

OUI 1
NON 2

25

10. Comment évaluez-vous les aptitudes nécessaires pour faire fonctionner la machine avec laquelle vous travaillez?

	Beaucoup	Un peu	Pas du tout	
Demande de l'initiative personnelle	1	2	3	26
Exige de la précision de votre part	1	2	3	27
Exige de la vitesse	1	2	3	28
Exige du jugement	1	2	3	29
Demande un effort physique	1	2	3	30
Demande un effort mental	1	2	3	31
Demande de l'attention et de la concentration	1	2	3	32
C'est répétitif et ennuyeux	1	2	3	33

11. Comment évaluez-vous les aspects suivants de votre charge de travail?

	Très élevé	Plutôt élevé	Plutôt faible	Très faible	Codification Ne rien écrire dans la marge
Quantité de travail à produire	1	2	3	4	⌊⌋ 34
Pression pour respecter les échéances	1	2	3	4	⌊⌋ 35
Fréquence des temps morts dans le déroulement quotidien du travail	1	2	3	4	⌊⌋ 36
Possibilité de contrôler soi-même la vitesse de la machine	1	2	3	4	⌊⌋ 38

12. Dans quelle mesure êtes-vous satisfait ou insatisfait de chacun des aspects suivants de votre travail?

	Très satisfait	Assez satisfait	Peu satisfait	Insatisfait	
L'intérêt de votre travail	1	2	3	4	⌊⌋ 39
La mise en valeur de vos capacités et aptitudes	1	2	3	4	⌊⌋ 40
Vos possibilités d'avancement	1	2	3	4	⌊⌋ 41
La possibilité de contacts avec les autres employés	1	2	3	4	⌊⌋ 42

Répondez aux questions 13, 14, 15 si vous avez déjà travaillé avec une machine-outil classique avant de travailler avec une machine-outil à commande numérique ou avec un centre d'usinage.

Sinon, passez à la question 16.

13. Comparez les aptitudes nécessaires pour travailler avec une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage avec celles exigées pour faire fonctionner une machine-outil traditionnelle.

Par rapport à une machine-outil classique, faire fonctionner une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage exige ou entraîne:

	Plus grand	Équivalent	Moins grand	Codification Ne rien écrire dans la marge
Initiative personnelle	1	2	3	⌊__⌋ 43
Précision de votre part	1	2	3	⌊__⌋ 44
Vitesse	1	2	3	⌊__⌋ 45
Jugement	1	2	3	⌊__⌋ 46
Effort physique	1	2	3	⌊__⌋ 47
Effort mental	1	2	3	⌊__⌋ 48
Attention et concentration	1	2	3	⌊__⌋ 49
Répétitivité et ennui	1	2	3	⌊__⌋ 50

14. En comparaison avec votre situation de travail antérieure, lorsque vous utilisiez une machine-outil classique, est-ce que le travail avec une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage a modifié votre charge de travail?

Avec la machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage:

	Plus grand	Équivalent	Moins grand	
Quantité de travail à produire	1	2	3	⌊__⌋ 51
Pression pour respecter les échéances	1	2	3	⌊__⌋ 52
Fréquence des temps morts dans le déroulement quotidien du travail	1	2	3	⌊__⌋ 53
Possibilité d'ajuster son rythme de travail	1	2	3	⌊__⌋ 54
Possibilité de contrôler soi-même la vitesse de la machine	1	2	3	⌊__⌋ 55

Codification

Ne rien écrire dans la marge

15. Est-ce que le fait de travailler avec cette nouvelle machine a modifié les aspects suivants de votre travail?

	Amélioration	Pas de changement	Détérioration	
L'intérêt de votre travail	1	2	3	56
La mise en valeur de vos capacités et aptitudes	1	2	3	57
Vos possibilités d'avancement	1	2	3	58
La possibilité de contacts avec les autres employés	1	2	3	59

16. Dans vos fonctions actuelles, avez-vous comme tâche:

— de programmer la machine?	OUI	1	60
	NON	2	
— de modifier la programmation?	OUI	1	61
	NON	2	

17. Comment qualifiez-vous les aspects suivants découlant du travail avec la machine-outil à commande numérique ou le centre d'usinage?

	Très acceptable	Tolérable	Intolérable	
Bruit	1	2	3	62
Température	1	2	3	63
Vibration	1	2	3	64

18. Par rapport à la situation qui prévalait lorsque vous travailliez avec une machine-outil classique, est-ce que ces aspects se sont modifiés?

	Amélioration	Pas de changement	Détérioration	
Bruit	1	2	3	65
Température	1	2	3	66
Vibration	1	2	3	67

Codification

Ne rien écrire dans la marge

19. Depuis que vous travaillez avec une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage, êtes-vous aux prises avec les problèmes de santé suivants?

	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais	
Insomnie	1	2	3	4	⌊_⌋ 68
Manque d'appétit	1	2	3	4	⌊_⌋ 69
Maux de tête persistants	1	2	3	4	⌊_⌋ 70
Fatigue excessive	1	2	3	4	⌊_⌋ 71
Stress élevé	1	2	3	4	⌊_⌋ 72
Dépression	1	2	3	4	⌊_⌋ 73
Douleurs dorsales persistantes	1	2	3	4	⌊_⌋ 74

20. Par rapport à la situation qui prévalait lorsque vous travailliez avec une machine-outil classique, diriez-vous que le fait de travailler avec une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage a modifié vos problèmes de santé?

⌊0⌋⌊2⌋
9 10

	Plus souvent qu'avant	Pas de changement	Moins souvent qu'avant	
Insomnie	1	2	3	⌊_⌋ 11
Manque d'appétit	1	2	3	⌊_⌋ 12
Maux de tête persistants	1	2	3	⌊_⌋ 13
Fatigue excessive	1	2	3	⌊_⌋ 14
Stress élevé	1	2	3	⌊_⌋ 15
Dépression	1	2	3	⌊_⌋ 16
Douleurs dorsales persistantes	1	2	3	⌊_⌋ 17
Douleurs musculaires persistantes	1	2	3	⌊_⌋ 18

21. Avez-vous reçu une formation spécifique pour faire fonctionner une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage?

OUI 1 NON 2

Si oui, quel type de formation avez-vous reçu et quelle en fut la durée (nombre d'heures)?

	Nombre d'heures	
— Formation par le vendeur :	___	20 22
— Apprentissage sur le lieu de travail par des personnes-ressources de l'entreprise :	___	23 25
— Apprentissage sur le lieu de travail par des experts externes à l'entreprise :	___	26 28
— Cours à l'extérieur dans une école, collège, etc. :	___	29 31
— Autres (spécifiez) :	___	32 34
_____		
_____		
_____		
TOTAL	_____	35 37

Codification

Ne rien écrire dans la marge

19

22. Compte tenu des exigences de votre emploi actuel, comment évaluez-vous cette formation?

Trop poussée	Suffisante	Insuffisante
1	2	3

38

23. Éprouvez-vous le besoin de vous perfectionner dans ce domaine

	OUI	NON	
— compte tenu de votre poste actuel?	1	2	39
— compte tenu d'autres postes éventuels?	1	2	40

24. Avec ce que vous savez maintenant, si vous pouviez choisir entre utiliser une machine classique ou la machine avec laquelle vous travaillez présentement, que feriez-vous?

J'accepterais de travailler avec la machine que j'utilise présentement sans hésiter. 1

Codification

Ne rien écrire dans la marge

J'y penserais deux fois avant d'accepter de travailler avec cette machine que j'utilise présentement. 2

Je n'accepterais pas de travailler avec cette nouvelle machine et je préfèrerais revenir à la machine classique. 3

41

25. Si un travailleur ou une travailleuse dans votre domaine vous disait qu'il aimerait utiliser cette machine, que lui diriez-vous?

Je le lui recommanderais fortement. 1

J'hésiterais à le lui recommander. 2

Je le lui déconseillerais. 3

42

26. Quel est votre sexe?

Féminin 1

Masculin 2

43

27. Dans quelle groupe d'âge vous situez-vous?

Moins de 20 ans	1	40-44 ans	6
20-24 ans	2	45-49 ans	7
25-29 ans	3	50-55 ans	8
30-34 ans	4	56 ans et plus	9
35-39 ans	5		

44

28. Quelle scolarité possédez-vous?

1re année à 8e année	1
9e année à 11e année	2
12e année	3
13e année	4
École professionnelle/technique	5
Collège communautaire/Cégep	6
Université	7

45

29. Quel est le titre de votre emploi actuel?

_____

46 47

Codification

Ne rien écrire dans la marge

30. Quel était le titre de l'emploi que vous occupiez avant de travailler avec une machine-outil à commande numérique ou un centre d'usinage?

_____

48 49

31. À l'exclusion des heures supplémentaires, combien d'heures travaillez-vous par semaine?

_____ heures _____ minutes

50 52

32. Êtes-vous syndiqué?

OUI 1 NON 2

53

33. Par rapport aux différents aspects de votre travail qui ont été abordés dans ce questionnaire ou encore dans le cas où certains aspects n'auraient pas été touchés, nous apprécierions grandement que vous nous fassiez part de vos commentaires.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

****

MERCI DE VOTRE COLLABORATION

****

Références bibliographiques

ANACT (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail). *Informatique de gestion, contenu, condition de travail administratif*, Montrouge, septembre 1977, 188 pages.

ANTOINE, J., BOMMEL, S. « L'usine de demain : un réseau informatique », *Usine nouvelle*, décembre 1984, pp. 27-31.

ARGOTTE, L., GOODMAN, P.S., SCHKADE, D. « Impact of Robot Introduction on Workers », *Sloan Management Review*, printemps 1983, pp. 31-41.

AYERS, R.U., MILLER, S.M. « Robotic Realities : Near-Term Prospects and Problems », *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, vol. 470, (novembre 1983), pp. 28-55.

BENOIT, C., COSSETTE, A., CARDILLO, P. *L'incidence de la machine à traitement de textes sur l'emploi et le travail*, gouvernement du Québec, Éditeur officiel du Québec, 1984.

BERTRAND, Olivier. *L'automatisation de l'usinage et le développement de la commande numérique*, Centre d'études et de recherches sur les qualifications (CEREQ), Paris, 1984.

BLOUIN, Michel. « Robotique : où sont nos robots industriels au Québec? », *Le Québec industriel*, vol. 40, n° 5, (mai 1985), pp. 24 et 43.

BOLDING, Rob. *The Engineering*, 4 février 1983.

BORCIER, Michel. « États-Unis — Robotisation. L'utilisation croissante de robots dans l'industrie pourrait avoir moins d'effets sur le chômage que sur la formation », *Intersocial*, n° 92, (juin 1983), pp. 38-39.

BRISSON, Jean-Claude. *Introduction à la conception et à la fabrication assistées par ordinateur*, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ), 1983.

CANADIAN MACHINERY AND METALWORKING REVIEW. « Census of CAD/CAM System », mars 1983.

CAVESTRO, William. « Automatisation, organisation du travail et qualification dans les PME : le cas des machines-outils à commande numérique », *Sociologie du travail*, n° 4-84, pp. 434-446.

CEREQ (Centre d'études et de recherches sur les qualifications). *L'automatisation dans les industries de biens d'équipement*, France, 1984.

— CAVESTRO, William. « Les PME et la commande numérique », vol. 2.

— BERTRAND, Olivier. « L'automatisation de l'usinage et le développement de la commande numérique », vol. 3.

— MERCHIERS, Jacques. « L'automatisation des fabrications de série », vol. 4.

CCE (Commission des communautés européennes), Direction générale de l'emploi, des affaires sociales et de l'éducation. « Changement social et technologie en Europe », *Bulletin d'information*, n° 10, 1983.

CONSEIL CANADIEN CAO/FAO. *Bulletin CAO/CAM*, mensuel, 1984-.

CONSEIL ÉCONOMIQUE DU CANADA. *Le recentrage technologique, innovations, emplois, adaptations*, Ottawa, 1987.

DELISLE, Gilles *et al. L'automatisation industrielle, une obligation autant qu'un défi*, ministère de l'Industrie et du Commerce, gouvernement du Québec, 1986.

EBEL, K-H., ULRICH, E. « La conception et la fabrication assistées par ordinateur : leurs effets dans l'entreprise », *Revue internationale du travail*, vol. 126, n° 3, (mai-juin 1987), pp. 391-413.

FOULKES, F.K., HIRSCH, J.L. « People Make Robots Work », *Harvard Business Review*, janvier-février 1984, pp. 94-102.

GOULET, Michel *et al.* « La conception et la fabrication assistées par ordinateur (CFAO) : introduction et incidences », *Gestion*, avril 1984, pp. 29-35.

GOUVERNEMENT DU CANADA, ministère de l'Industrie et du Commerce — Expansion économique régionale. *Étude du marché de la CAO/FAO au Québec*, 1983.

GUNN, Thomas. « Mécanisation de la conception et de la production », *Pour la science*, novembre 1982.

HALARY, Charles. « Robots : le Québec n'est pas dans le coup », *Québec Science*, novembre 1985, pp. 34-39.

HANDFIELD, R., NOLLET, J. « Les gestionnaires canadiens et la robotique : craintes et réalités », *Gestion*, vol. 10, n° 3, (septembre 1985), pp. 14-21.

HOLLON, C.J., ROGOL, G.N. « How Robotisation Affects People », *Business Horizons*, vol. 28, n° 3, (mai-juin 1985), pp. 74-80.

HUNT, H.A., HUNT, T.L. « Human Resource Implication of Robotics », *Economic Impact*, n° 49, (janvier 1985), pp. 22-30.

INP (Institut national de productivité). *Introduction à la robotique*, collection Technologie et travail, n° 3, (mars 1983), pp. 380-448.

IRSST (Institut de recherche en santé et sécurité au travail du Québec). *Impact de la robotique sur les milieux de travail : économie, organisation du travail, effets sur la santé et la sécurité des travailleurs*, 1986.

KNOD, E.M., WALL, J.L., DANIELS, J.P., SHANE, H.M., WERNIMONT, T.A. « Robotics : Challenges for the Human Resources Manager », *Business Horizons*, vol. 27, n° 2, (mars-avril 1984).

LAROCHE, Gabriel. « La formation du personnel lors de l'implantation de la conception assistée par ordinateur : type, durée et ampleur », *Le marché du travail*, vol. 7, n° 10, (octobre 1986).

LEST (Laboratoire d'économie et de sociologie du travail). *Pour une analyse des conditions de travail dans l'entreprise*, Librairie Armand Collin, 1985.

MANSFIELD, Edwin. « Technical Change and Rate of Imitation », *Economica*, octobre 1961.

MISSIKA, J.L. *et al. Informatisation et emploi, menace ou mutation*, Fiche 1 : la machine-outil à commande numérique, Paris, La Documentation française, 1981, pp. 85-96.

ONTARIO MINISTRY OF INDUSTRY, TRADE AND TECHNOLOGY. *The Market Profile of Flexible Automation Equipment*, novembre 1985.

ROBERGE, Françoy. « Robotique au Québec : le « parc » de robots devrait tripler d'ici à 1987 », *Finance*, 22 juillet 1985.

SHAIKEN, Harley. « Numerical Control, the Machinist's Days Are Numbered », *Canadian Dimension*, vol. 15, n° 8, (décembre 1981), pp. 26-30.

U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. *Computerized Manufacturing : Automation, Employment, Education and the Work Place*, Washington, D.C., 1984.

WILKINSON, Barry. « Technologie, compétence et formation : une étude de cas sur les machines à commande numérique », *Sociologie du travail*, n° 4-84, pp. 447-456.

WORDS ASSOCIATED et Keith NEWTON. *Un avenir à employer, un aperçu des technologies de pointe*, étude préparée pour le Conseil économique du Canada, Ottawa, 1986.

Main-d'oeuvre et sécurité du revenu

Les machines-outils à commande numérique et les robots: incidence sur l'emploi et le travail expose les effets quantitatifs et qualificatifs de ces technologies sur l'emploi et les conditions de travail.

Deuxième étude d'une série de trois, elle réaffirme la nécessité pour les dirigeants d'entreprise de se préparer aux changements technologiques pour assurer une meilleure gestion des ressources humaines.

Cette publication contient aussi des renseignements sur la formation, le recyclage et l'adaptation de la main-d'oeuvre, des données sur les conditions générales de travail, et des projections sur le développement de ces technologies.

Dans la même série:

- **La conception assistée par ordinateur: incidence sur l'emploi et le travail.**
- **L'incidence de la machine à traitement de textes sur l'emploi et le travail.**

Gouvernement du Québec
Ministère de la Main-d'oeuvre et de la Sécurité du revenu

9 782551 083039

Imprimé au Québec, Canada